

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

This Page Blank (uspto)



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 196 10 334.7
22 Anmeldetag: 18. 3. 96
43 Offenlegungstag: 25. 9. 97

51 Int. Cl. 6:
H 04 B 7/204
H 04 B 7/24
H 04 B 1/38
H 04 Q 7/38

DE 196 10 334 A 1

71 Anmelder:
Walke, Bernhard, Dr.-Ing., 52146 Würselen, DE

72 Erfinder:
gleich Anmelder

56 Entgegenhaltungen:

DE 20 42 133 B2
WO 96 03 815 A1
WO 95 09 490 A1
WO 94 19 877 A1
WO-P9 94 05 097 A1

PILGER, U.: Struktur des DECT-Standards. In:
Nachrichtentechn. Elektron, Berlin 42, 1992, Heft 1,
S. 23-29;
DANSCHAR, H., STEINKAMP, J.: Digital-Richtfunk-
systeme - Stand und weitere Entwicklung. In: ntz,
Bd. 39, 1986, Heft 9, S. 618-629;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Punkt-zu-Mehrpunkt Funksystem mit dynamischer Kanalwahl und gleichzeitigem Betrieb in funkausbreitungsbedingt verschiedenen Frequenzbändern

57 1. Bezeichnung

Punkt-zu-Mehrpunkt (PMP) Funksystem für die sektorielle bzw. rundstrahlende Versorgung eines Gebietes mit dezentral gesteuerter dynamischer oder fester Kanalwahl und gleichzeitigem Betrieb in funkausbreitungsbedingt verschiedenen Frequenzbändern.

2. Kurzfassung und Aufgabe

Bekannte PMP-Systeme übertragen entweder über sog. "Mobilfunkfrequenzen" (z. B. < 3.5 GHz), um ohne Sichtlinienverbindung auszukommen, oder über "Richtfunkfrequenzen" (> 10 GHz, um hohe Übertragungsraten zu erzielen. Dies führt zu hohen Kosten beim Betreiber, wenn er beide Systemarten benötigt.

3. Lösung

Das erfindungsgemäße System macht Kanäle wählbarer Kapazität nach Bedarf mit dynamischer Kanalwahl verfügbar. Es bedient mit einheitlichen Protokollen desselben, bis auf die HF-Endstufen identischen, Systems Terminals, die von der Feststation funkausbreitungsbedingt über verschiedene Frequenzbänder angeschlossen werden müssen.

4. Nutzen

Die Erfindung ist bei hoher Zahl und Dichte von PMP-Funksystemen und unter der Regulierungsvorgabe, daß im Zugangsnetz Teilnehmer mit hohem Verkehrsaufkommen bandbreitebedingt nicht über Mobilfunkfrequenzbänder angeschlossen werden können unverzichtbar, weil für Teilnehmer mit geringem Verkehrsaufkommen Mobilfunkfrequenzen aufwandsgünstig sind. Sie erhöht die frequenzökonomi-

sche Nutzung des Funkspektrums und der vereinfacht den Betrieb von PMP-Systemen.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Beschreibung

1. Beschreibung und Stand der Technik

Ein Frequenzband zum Betrieb eines Punkt-zu-Mehrpunkt (PMP)-Systems für Teilnehmerzugangsnetze (Radio in the Local Loop, RLL) hat eine bestimmte Bandbreite, die in sog. FDM-Kanäle (frequency division multiplex, FDM) von z. B. 3,5 MHz und Mehrfachem davon unterteilt ist. PMP-Systeme benötigen zur Übertragung zwischen zentralem und ihren Benutzerterminals meist nur einen Teil eines Frequenzbandes, z. B. einen 3,5 MHz breiten FDM-Kanal zur Realisierung einer vollduplex Übertragungsstrecke mit einer nutzbaren Kapazität von 2.048 kbit/s. Die beispielhaft genannte Kapazität kann zur zweigeteilten Übertragung von Information über getrennte FDM-Kanäle zwischen ortsfesten Benutzer-Funkterminals und der zentralen Feststation mit der genannten Übertragungsrate (frequency division duplexing, FDD), oder zur Realisierung vieler quasi simultan verfügbarer Zeitmultiplexkanäle (time division multiplex, TDM) (kurz: TDM-Kanäle), z. B. je mit 64 kbit/s benutzt werden, die in einem FDM-Kanal realisiert sind, vgl. die Schnittstelle ITU-T G.703. Dabei lassen sich z. B. Kanäle zur Realisierung von ISDN Basisanschlüssen $n(2B+D)$ mit $n=144$ kbit/s Übertragungsrate realisieren. Die Richtungstrennung der Zeitkanäle kann über FDD oder TDD (time division duplexing) erfolgen. PMP-Systeme zur flächigen Versorgung eines Gebietes, z. B. eines Ortsnetzes, benutzen Zellcluster, um die Frequenzwiederholung geeignet (statisch) zu organisieren.

Die Zuweisung eines Funkfrequenzbandes für PMP-Funk und eines oder mehrerer FDM-Kanäle des Bandes an einen Betreiber der PMP-Systeme erfolgt nach übergeordneten Gesichtspunkten durch eine nationale Behörde (in Deutschland das Bundesamt für Post und Telekommunikation, BAPT). Übergeordnete Gesichtspunkte sind u. a. Verfügbarkeit von Frequenzbändern für Funkdienste, zu überbrückende Entfernung für die Nachrichtenübertragung, angestrebte Dienstgüte (Zuverlässigkeit und Bitfehlerhäufigkeit) und bestehende Nutzungen des Frequenzbandes in der Umgebung des beabsichtigten Standortes der geplanten Strecke.

Beim PMP-Funksystem wird ein ortsfestes zentrales Funkterminal mit mehreren ortsfesten Teilnehmerterminals über Funk so verbunden, daß jedes Teilnehmerterminal nur einen Teil der vom zentralen Terminal für das gesamte System zur Verfügung gestellten Übertragungskapazität ständig exklusiv zugewiesen erhält, um eine Verbindung mit bekannter Übertragungskapazität zwischen zentralem und Teilnehmerterminal (in beide Richtungen) betreiben zu können. Die Übertragungskapazitäten für die kommende und gehende Richtung (aus Sicht des Teilnehmerterminals) müssen nicht gleich groß sein. Jedoch kann die Summe der vom zentralen Terminal zu den einzelnen Teilnehmerterminals gehenden Kanalkapazität die Übertragungskapazität des gewählten bzw. zugewiesenen Frequenzkanals nicht überschreiten. Dasselbe gilt für die Übertragungskapazität der kommenden Richtung. Üblicherweise ist die Funkversorgung des zentralen Terminals auf einen Sektor (z. B. 60° horizontaler Öffnungswinkel) beschränkt, so daß für eine kreisförmige Versorgung um den zentralen Punkt dort mehrere zentrale Terminals betrieben werden müssen.

Beispielsweise werden die von einem zentralen Ter-

minal insgesamt zugängbare vollduplex Übertragungsrate von 2.048 kbit/s (netto) eines FDM-Kanals eines Frequenzbandes in symmetrische vollduplex TDM-Kanäle zu je 64 kbit/s (netto) aufgeteilt und einzelnen Teilnehmerterminals jeweils eine bestimmte Anzahl von TDM-Kanälen fest zugeordnet wobei z. B. Teilnehmerterminal A 7-64 kbit/s zur Verfügung erhält, Terminal B 5-64 kbit/s und Terminal C 9-64 kbit/s, vgl. Bild 1. Die restlichen Kanäle des zentralen Terminals sind im Beispiel ungenutzt und stehen als Reserve zum Anschluß weiterer Teilnehmerterminals zur Verfügung. Im Beispiel ist unterstellt, daß die Terminals A, B und C je einen 64 kbit/s Kanal für die Signalisierung und die übrigen Kanäle für die Übertragung von Nutzinformation benutzen. Statt dessen könnten auch, wie beim ISDN-Basisanschluß üblich, je ein 16 kbit/s D-Kanal für zwei 64 kbit/s B-Kanäle vorgesehen werden, oder beliebige andere Übertragungsraten der TDM-Kanäle.

Die Antennen von zentralem und Teilnehmerterminal haben Sichtverbindung, wenn Frequenzbänder benutzt werden, wie sie bei Richtfunk üblich sind, vgl. Bild 1 und kommen ohne Sichtverbindung aus, wenn Frequenzbänder wie bei Mobilfunk benutzt werden. Bild 2 zeigt am Beispiel des DECT-Systems ein Szenario mit Montage der Feststationen oberhalb und Bild 3 ein Szenario mit Montage der Feststationen unterhalb der Dächer und Bild 4 zeigt beispielhaft die Funkausleuchtung bei 2 GHz der entsprechenden Antennenanordnungen, aus der hervorgeht, daß durch Beugung auch Gebiete hinter Gebäuden ausgeleuchtet werden (der Ort der Feststation ist durch ein Kreuz in einem Quadrat markiert).

1.1 Dynamische Kanalwahl

Dynamische Kanalwahl ist von modernen zellularen bzw. schnurlosen Mobilfunksystemen bekannt, um Kanäle zur Kommunikation zwischen Mobil- und Basisstation aufgrund von Messungen einer oder beider beteiligter Seiten auszuwählen, die am aktuellen Ort von Mobil- und Basisstation einen ausreichend großen Wert der Empfangsfeldstärke (radio signal strength indicator, RSSI) und einen ausreichend großen relativen Störabstand (carrier-to-interference ratio, C/I) für die angestrebte Dienstgüte der Verbindung haben. Dabei werden die lokale Feldstärke und Interferenzsituation von Basis- und Mobilterminal während der Dauer einer Verbindung dynamisch erfaßt, die sich aufgrund von Mobilität ständig ändert und durch dynamischen Wechsel (handover) auf den günstigsten Kanal optimiert. Die Kanäle werden auch während Kommunikationspausen, bei denen die Terminals keinen Kanal und keine Verbindung betreiben, ständig vermessen und das Ergebnis vorsorglich in Tabellen von Basis- und Mobilterminal verwaltet, um geeignete Kanäle für einen zukünftigen Verbindungsaufbau zu kennen. Das Verfahren ist im DECT-System (Digital European Cordless Telecommunications) [2] eingeführt. Das DECT-System ist aufgrund seiner gesamten Kapazität nicht zum Anschluß mehrerer Benutzerterminals mit hohen Übertragungsraten, z. B. je $n=144$ kbit/s ($n=2, 3, \dots$) geeignet. Es wird hier unterstellt, daß Verfahren zur dynamischen Kanalwahl, ähnlich wie beim DECT-System, auch für PMP-Systeme angewendet werden.

2. Probleme beim Einsatz von PMP-Systemen zur Versorgung unterschiedlicher Benutzergruppen

Im Zugangsnetz eines Telekommunikationsnetzes

sind drei Benutzergruppen zu unterscheiden:

1. große Firmenkunden mit Nebenstellenanlagen für Sprache und Daten, die aufgrund der erforderlichen Übertragungsrate zwischen Kunde und Telekommunikationsnetz ständig eine Übertragungsstrecke mit z. B. der n-fachen Kapazität eines ISDN Primärratenanschlusses (je 2 Mbit/s) ($n = 1, 2, \dots$) benötigen.
2. mittlere und kleine Firmenkunden mit Nebenstellenanlagen für Sprache und evtl. Daten, die aufgrund der erforderlichen Übertragungsrate zwischen Kunde und Telekommunikationsnetz ständig oder zeitweise Übertragungskapazität entsprechend der n-fachen Kapazität eines ISDN Basisanschlusses (je 144 kbit/s) ($n = 1, 2, \dots, 8$) benötigen.
3. Privatkunden und kleine Firmenkunden, die ständig oder zeitweise Übertragungskapazität entsprechend einer analogen Fernsprechleitung bis zu einem ISDN Basisanschluß benötigen.

Zum Anschluß der Benutzer der Gruppe 1 an das Telekommunikationsnetz kommen, entsprechend dem heutigen Stand der Technik, Kabel, Glasfaser und Richtfunk infrage. Daneben kommen erfindungsgemäß PMP-Systeme mit Sichtverbindung der Antennen der betroffenen Terminals gemäß Bild 1 infrage, die eine sehr große Gesamtübertragungskapazität haben, z. B. $n \cdot 34$ Mbit/s ($n = 1, 2, \dots$), die in Form von FDMA/TDMA-Kanälen auf solche Benutzer dynamisch aufgeteilt wird.

Für Benutzer der Gruppe 2 kommen, entsprechend dem heutigen Stand der Technik, neben Kabel insbesondere PMP-Systeme mit Sichtverbindung der Antennen der betroffenen Terminals gemäß Bild 1 infrage, bei denen die FDMA/TDMA-Kanäle dynamisch (evtl. z. T. oder ganz statisch) den einzelnen Teilnehmerterminals zur Verbindung mit dem zentralen Terminal zugewiesen werden.

Für Benutzer der Gruppe 3 kommen, entsprechend dem heutigen Stand der Technik, neben Kabel insbesondere PMP-Systeme infrage, die überwiegend ohne Sichtverbindung der Antennen der betroffenen Terminals auskommen müssen, weil der Arbeits- und Kostenaufwand für die Positionierung der Antennen zur Erzielung einer Sichtverbindung zu groß ist. Ein typisches Beispiel dafür ist das DECT-RLL-System zur Versorgung von Benutzern im Zugangsnetz, vgl. Bilder 2, 3 und 4.

Zur Zeit sind PMP-Systeme in Entwicklung bzw. am Markt verfügbar, die auf die Bedürfnisse einzelner Benutzergruppen zugeschnitten sind. Beispielsweise findet man Funksysteme vor für

- Gruppe 1, die Richtfunk benutzen,
- Gruppe 2, die PMP-Systeme mit Sichtverbindung zum Betrieb in Frequenzbereichen mit geringer Beugung der Funkwellen (z. B. bei 7, 10, 17, 26, 29 GHz) einsetzen,
- Gruppe 3, die PMP-Systeme in Frequenzbändern einsetzen, die eine Funkverbindung auch ohne Sichtverbindung ermöglichen (z. B. 0,4, 0,9, 1,9, 2,4, 3,4 GHz "Mobilfunkfrequenzbereich").

Um die Bedürfnisse verschiedener Benutzergruppen zu befriedigen, bieten Hersteller Kombinationen von Funksystemen an, z. B. das DECT-System für Benutzer der Gruppe 3 und ein System mit proprietärer Architektur und nicht standardisierten Protokollen, gemäß

Bild 1 zur Versorgung von Benutzern der Gruppe 2. Diese Systeme unterscheiden sich bzgl. der benutzten Übertragungsfrequenzen, der Systemarchitektur, den angewandten Protokollen für den Informationstransport, die Netzverwaltung und Netzsteuerung usw. Es wird also durch geeignete Zusammenschaltung zweier oder mehrerer Systeme an bestimmten Schnittstellen ein Hybridsystem gebildet, das aus weitgehend oder völlig verschiedenen Systemen besteht, um die Bedürfnisse der betrachteten Benutzergruppen abzudecken.

3. Erfindungsgemäße Lösung

Diese Erfindung sieht vor, für die Benutzergruppen 2 und 3 dasselbe System mit einer Organisation und Übertragungstechnik entsprechend [1] zu verwenden mit frequenzbandspezifischen Funkendstufen, nämlich Hochfrequenz(HF)-Endstufen für den Mobilfunkfrequenzbereich (mit erheblicher Wellenbeugung und Reflexion) und HF-Endstufen für einen (oder mehrere) Frequenzbereiche mit geringer Beugung und Reflexion der Funkwellen, vgl. Bild 5. Dort ist das System nach Bild 1 um eine geeignete HF-Endstufe erweitert worden (sichtbar über die anderen Antennen bei der Feststation und den privaten Teilnehmern), um auch abgeschattet liegende private Benutzer mit entsprechenden Frequenzen durch Mehrwegeausbreitung zu erreichen. In einer Ausprägung sieht die Erfindung vor, auch die Gruppe 1 mit einem PMP-System entsprechend großer Kapazität mit einer Organisation entsprechend [1] zu bedienen und die Benutzergruppen 1, 2 und 3 durch dasselbe System mit frequenzbandspezifischen Funkendstufen zu bedienen. Eine Ausprägung des Systems sieht vor, die Gruppen 1 und 2 durch dasselbe PMP-System mit Organisation und Aufbau entsprechend [1] mit frequenzbandspezifischen oder auch einer einheitlichen HF-Endstufe zu bedienen.

Die Dienste und Protokolle der Schichten 1 bis 7 (OSI-Referenzmodell) der erfindungsgemäßen Systeme werden für die jeweiligen Benutzergruppen gleichartig gestaltet und gemeinsam genutzt. Da es sich um Kommunikationssysteme handelt, dienen die Funktionen der Schichten 1 bis 4 dem Nachrichtentransport. Die Schichten 5 bis 7 betreffen systemspezifische, anwendungsbezogene Aufgaben, die auch den Betrieb, die Wartung usw. des Systems betreffen.

3.1 Begründung der Zweckmäßigkeit der Erfindung

Als Folge der Deregulierung des Telekommunikationssektors in Europa und aufgrund des Entwicklungsstandes, der daraus resultierenden Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit und der Kosten werden PMP-Funksysteme in stark wachsender Zahl eingesetzt, um neuen Telekommunikations-Netzbetreibern Zugang zu Teilnehmern im Ortsnetz zu ermöglichen. Da Benutzergruppen unterschieden werden müssen, die aufgrund ihres Kommunikationsbedarfs unterschiedliche Deckungsbeiträge zu den Kosten des Gesamtsystems beitragen, sind Funksysteme für unterschiedliche Benutzergruppen mit verschiedener Architektur und verschiedenen Protokollen (ISO/OSI Schichten 1 bis 7) entwickelt worden, die jeweils spezifische Anwendungsnischen abdecken.

Wegen der Knappheit von Frequenzen für diese Anwendungen, die bei Nutzung von Mobilfunkfrequenzbändern zu besonders kostengünstigen Lösungen für PMP-Systeme führen würden, sind die Hersteller gezwungen, auch zu höheren verfügbaren Frequenzberei-

chen mit geringer Beugung und Reflexion aber hoher Dämpfung der Funkwellen auszuweichen, um Systeme mit hoher Kapazität für entsprechende Benutzergruppen realisieren zu können.

Für den Telekommunikations-Netzbetreiber ergibt sich daraus die Situation, daß er bei der Versorgung unterschiedlicher Benutzergruppen verschiedene Systeme nebeneinander in sich überlappenden Versorgungsgebieten des Ortsnetzes einsetzen muß, was zu einem Mehraufwand durch Schulung, Lagerhaltung, Überwachung und Steuerung des laufenden Betriebs, Einsatz der zugehörigen Verwaltungs- und Abrechnungssoftware usw. führt. Tatsächlich werden von der Industrie durchweg Kombinationen verschiedener Systeme angeboten, um z. B. die Bedürfnisse der Benutzergruppen 2 und 3 abzudecken.

Die zu lösende Aufgabe des Anschlusses von Benutzern eines PMP-Systems über Funk ist aber tatsächlich dieselbe, unabhängig vom jeweils benutzten Frequenzband, in dem das jeweilige System arbeitet.

Die Erfindung beseitigt die vom gleichzeitigen Betrieb unterschiedlicher Systeme herrührenden o.g. Probleme, indem nur ein System benutzt wird, das lediglich im Funkteil unterschiedliche Ausprägungen aufweist, um regulatorisch für bestimmte Frequenzbereiche vorgesehene Nutzungen berücksichtigen und dementsprechende Funkdienste realisieren zu können.

3.2 Kurze Charakterisierung des erfindungsgemäßen Systems

Das erfindungsgemäße System setzt die Fähigkeiten des in [1] beschriebenen Systems voraus und unterstellt seinen Einsatz in gleichzeitig mindestens zwei bzgl. der Wellenausbreitung verschiedenen Frequenzbändern. Dabei bedient es mindestens zwei der drei o.g. Benutzergruppen. Es ist dadurch charakterisierbar, daß die Kanalwahl von FDM- und/oder TDM-Kanälen dynamisch erfolgt, indem die beteiligten Funkterminals mit den Zielen Optimierung der Empfangsleistung bei Minimierung der Interferenzleistung im System und/oder Optimierung der Dienstgüte der betriebenen Funkstrecke (gemessen über die Bitfehlerhäufigkeit) über geeignete Verfahren (Algorithmen) bzw. die zugehörigen (Meß- und Steuerungs-) Einrichtungen verfügen. Die Kanalwahl bzw. der Wechsel eines Kanals erfolgt nach Absprache zwischen den beteiligten Terminals mit Hilfe geeigneter Protokolle (Algorithmen), wobei die jeweilige Empfangssituation bzgl. aller bzw. einiger infrage kommender Kanäle ermittelt und ausgetauscht wird und ein günstiger (vollduplex) FDM/TDM-Kanal im Einvernehmen der beteiligten Terminals ausgewählt und in Betrieb genommen wird. Die Initiative für einen Kanalwechsel kann von jedem zentralen oder Teilnehmerterminal ausgehen. Um diese Aufgaben durchzuführen, verfügen die Funkterminals über Meßeinrichtungen zur Überwachung der zum Zeitpunkt der Messung nicht betriebenen FDM- und TDM-Kanäle, parallel und quasi gleichzeitig zum Betrieb anderer genutzter Kanäle.

Die Übertragungskapazität in Form von Kanälen des PMP-Systems wird auf Anfrage der Benutzerterminals für eine befristete oder unbefristete Dauer zugewiesen. Die Gesamtkapazität des PMP-Systems kann deshalb optimal auf die versorgten Benutzerterminals aufgeteilt werden, weil sie dynamisch (evtl. z. T. statisch) den Terminals verfügbar gemacht wird.

Die vorliegende Erfindung erweitert die Erfindung

nach [1] um den gleichzeitigen Betrieb in deutlich unterschiedlichen Frequenzbändern, um den Bedürfnissen der verschiedenen Benutzergruppen und der Verfügbarkeit von Frequenzen für diesen Zweck Rechnung zu tragen.

Literatur

- [1] Bernhard Waike: Richtfunksystem bzw. Punkt-zu-Mehrpunkt Funksystem mit dezentral gesteuerter dynamischer Kanalwahl und dynamischer Kapazitätszuweisung, Patentanmeldung Aktenzeichen 196 05 873.2, Deutsches Patentamt München, 17. Febr. 1996,
- [2] ETSI/RES, Digital European Cordless Telecommunications (DECT), European Telecommunications Standard ETS 300 175, Part 1-6, 06921 Sophia Antipolis, Cedex, France, 1991.

Patentansprüche

1. Vorrichtungen und Verfahren für ein Punkt-zu-Mehrpunkt Funksystem zur Verbindung eines zentralen ortsfesten Terminals mit mehreren ortsfesten Terminals (PMP-Richtfunk) unter Verwendung von Modulation einer oder mehrerer Trägerfrequenzen mit digitaler Signalübertragung über einen oder mehrere parallele FDM-Kanäle eines dafür vorgesehenen Funkfrequenzbandes und ggf. unter Einsatz des synchronen Zeitmultiplexverfahrens zur Bildung von TDM-Kanälen innerhalb von FDM-Kanälen mittels periodischer Pulsrahmen zur Übertragung kontinuierlicher Nachrichtenströme (z. B. wie beim ISDN) und/oder diskontinuierlicher Nachrichten (z. B. Datenpakete wie bei X.25 Paketvermittlung, frame relay oder ATM), dadurch gekennzeichnet, daß Funkterminals mit frequenzbandspezifischen Funkendstufen, z. B. HF-Endstufen für einen oder mehrere Mobilfunkfrequenzbereiche und HF-Endstufen für Frequenzbereiche mit geringer Beugung und Reflexion, aber hoher Dämpfung der Funkwellen ausgerüstet sind, um gleichzeitig Terminals ohne und Terminals mit Sichtverbindungen durch dasselbe System anschließen zu können und über Einrichtungen zum Messen der Empfangsfeldstärke und/oder des relativen Störabstandes und/oder der Bitfehlerhäufigkeit in allen benutzten, auch in nicht für die Übertragung zum jeweiligen Partnerterminal benutzten FDM- und/oder TDM-Kanal, verfügen und diese Einrichtungen im Betrieb einsetzen, um Dienstgüteparameter (RSSI, C/I, BER) dieser Kanäle zu bestimmen.
2. Punkt-zu-Mehrpunkt Funksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalwahl von FDM- und/oder TDM-Kanälen dynamisch erfolgt, indem die beteiligten Funkterminals mit den Zielen Optimierung der Empfangsleistung bei Minimierung der Interferenzleistung im System und/oder Optimierung der Dienstgüte der betriebenen Funkstrecke (charakterisiert über Bitfehlerhäufigkeit, Verbindungsunterbrechungs- und Verbindungsabbruchwahrscheinlichkeit usw.) über Verfahren (Algorithmen) bzw. die zugehörigen (Meß- und Steuerungs-) Einrichtungen verfügen, um vor Einrichtung der Funkstrecke eine Bewertung aller bzw. einiger infrage kommender FDM/TDM-Kanäle durchzuführen, dabei kontinuierliche und/oder periodische Messungen der Empfangssi-

gnalleistung und/oder des Störabstandes C/I und/oder der Bitfehlerhäufigkeit auf allen prinzipiell zugelassenen FDM-Kanälen und ggf. TDM-Kanälen des betreffenden Funkbandes (evtl. auch anderer Funkbänder) vornehmen und dabei ermitteln, welche FDM/TDM-Kanäle "günstig" sind (d. h. die beste Dienstgüte ermöglichen), um anschließend an die Bewertung oder überlappend dazu, gesteuert durch einen Kanalwahl-Algorithmus, einen oder mehrere als günstig bewertete Kanäle, evtl. unter Berücksichtigung von Vorgaben für zulässige Kanalnummern, für den Betrieb des Richtfunk- bzw. PMP-Funksystems auszuwählen.

3. Punkt-zu-Mehrpunkt Funksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während des Betriebs einer Funkstrecke die beteiligten Terminals eine Bewertung aller bzw. einiger infrage kommender Kanäle durchführen, wobei kontinuierliche und/oder periodische Messungen der Empfangssignalleistung und/oder des Störabstandes C/I und/oder der Bitfehlerhäufigkeit auf allen prinzipiell zugelassenen, eigenen und z.Zt. nicht für den Betrieb genutzten FDM/TDM-Kanälen des betreffenden Funkbandes (evtl. auch anderer Funkbänder) vorgenommen werden, um zu ermitteln, welche Kanäle "günstige" Alternativen sind (d. h. die beste Dienstgüte ermöglichen) und ggf. gesteuert durch einen Kanalwahl-Algorithmus einen oder mehrere günstig bewertete Kanäle, evtl. unter Berücksichtigung von Vorgaben für zulässige Kanalnummern, für den zukünftigen Betrieb einer Verbindung auszuwählen und aufgrund von Messungen als ungünstig erkannte betriebene Kanäle, durch einen nicht oder kaum spürbaren (seamless) Kanalwechsel (handover) im laufenden Betrieb gegen günstigere zu wechseln.

4. Punkt-zu-Mehrpunkt Funksystem nach den Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß während des Betriebs einer Funkstrecke und ggf. bei Störung bzw. unbefriedigender Dienstgüte des momentan genutzten Kanals, in Absprache mit dem Partnerterminal am anderen Ende der Funkstrecke, dynamisch (während des Betriebs der Funkstrecke) ohne oder mit nur geringem Datenverlust auf einen anderen Kanal umgeschaltet wird (handover).

5. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 1, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß FDM- und/oder TDM-Kanalwechsel nur durchgeführt werden, wenn aufgrund des wechselseitigen Austausches und Vergleichs von Meßdaten bzgl. beider Übertragungsrichtungen der beteiligten Terminals bzgl. möglicher Zielkanäle die Annahme berechtigt ist, daß der Wechsel auf einen Zielkanal (bzgl. beider Übertragungsrichtungen) nicht zu wesentlichen Störungen anderer Funkstrecken führt.

6. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 1, 3, 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß extern durch eine Netzmanagementfunktion Schwellwerte für Dienstgüteparmeter und eingesetzte Algorithmen zur Kanalbewertung und zum Kanalwechsel vorgegeben werden, die dezentral in den Terminals eingesetzt werden, und daß Zustände und Meßwerte in Terminals abgefragt werden können.

7. Richtfunk- bzw. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 1, 3, 4, 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß die vor bzw. im Betrieb gemessenen und berechneten Parameter in Tabellen je FDM/TDM-

Kanal in jeder Station festgehalten und als Entscheidungsgrundlage benutzt werden und Terminals, gestützt auf diese Tabellen, intelligente Algorithmen zur vergleichenden Bewertung der entsprechenden Kanäle einsetzen, um die erfindungsgemäßen Ziele wie Einsatz kleinstmöglicher Sendeleistung bei Einhaltung einer geforderten Dienstgüte der jeweiligen Funkstrecke, Minimierung der Interferenz bzgl. anderer Systeme durch geeignete Auswertung der Meßwerte und Leistungssteuerung bei beobachteter Abnahme bzw. Zunahme der Dienstgüte der Funkstrecke zu erreichen.

8. PMP-Funksystem nach den vorangegangenen Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die von einem Terminal verwendete Sendeleistung P_s in Stufen codiert ist, der aktuell auf jeder Funkstrecke verwendete Wert P_s als Netzverwaltungsnachricht von jedem Terminal periodisch übertragen wird, so daß er allen anderen Terminals bekannt wird, falls sie den FDM/TDM-Kanal empfangen können und Terminals bei der Kanalauswahl den FDM/TDM-Kanal wählen, der mit kleinster Sendeleistung die angestrebte Dienstgüte erreicht.

9. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 1 bis 8, bei dem beide Übertragungsrichtungen durch Anwendung eines Verfahrens zur Richtungstrennung im Zeitbereich durch Reservierung einer bestimmten Zahl Zeitschlitze des Pulsrahmens für je eine Übertragungsrichtung (time division duplexing, TDD) über denselben FDM-Kanal übertragen werden.

10. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 1 bis 8, bei dem beide Übertragungsrichtungen durch Anwendung eines Verfahrens zur Richtungstrennung im Frequenzbereich (frequency division duplexing, FDD) über verschiedene FDM/TDM-Kanäle übertragen werden.

11. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 1 bis 10, bei dem die Übertragungskapazitäten für die kommende und gehende Richtung (aus Sicht des Teilnehmerterminals) gleich oder verschieden sind und die Summen aller vom zentralen Terminal gehenden bzw. kommenden Übertragungskapazitäten der Kanäle gleich oder verschieden sind.

12. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 1 bis 11, bei dem die Funkversorgung des zentralen Terminals auf einen horizontalen Sektor (z. B. 30°, 60°, 90° oder 120° Öffnungswinkel) und einen vertikalen Sektor (z. B. 30° Öffnungswinkel) beschränkt ist, so daß beim zentralen Terminal ein Antennengewinn auftritt und für eine kreisförmige Flächenversorgung um den zentralen Punkt ggf. mehrere zentrale Terminals mit eigenen Antennensystemen je Sektor betrieben werden müssen, wobei die Teilnehmerterminals mit bzw. ohne gerichtete Antennen (und entsprechendem Antennengewinn) arbeiten.

13. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 1 bis 12, wobei das zentrale Terminal Informationen über die Auslastung der betriebenen Funkfestverbindungen und frei verfügbare ungenutzte Kanalkapazität verwaltet und den Teilnehmerterminals über die Netzverwaltung verfügbar macht, wobei für bestehende Funkstrecken reservierte Kanäle respektiert werden, auch wenn sie zeitweise nicht genutzt sind.

14. PMP-Funksystem nach Anspruch 13, wobei Teilnehmerterminals zeitweise bestimmte Kanäle

9 ihrer Festverbindung vom/zum zentralen Terminal zur befristeten oder unbefristeten Vergabe an andere Funkstrecken desselben PMP-Systems anbieten können.

15. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 13 oder 14, bei dem Teilnehmer-Terminals und das zentrale Terminal über Einrichtungen zur dynamischen Einrichtung und Auslösung von FDM/TDM-Kanälen verfügen, um die Übertragungskapazität einer Funkstrecke (evtl. in Absprache mit dem zentralen Terminal) den aktuellen Bedürfnissen anzupassen, indem sie ihre Einrichtungen zur dynamischen Kanalwahl nutzen.

16. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 13 bis 15, bei dem ungenutzte Kanäle eine Kennung tragen, um ihren Zustand (verfügbar/belegt) unterscheiden zu können.

17. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 13—16, bei dem die Übertragungskapazität einer Funkstrecke(Funkfestverbindung) dynamisch den aktuellen Bedürfnissen der kommunizierenden Terminals angepaßt (erhöht bzw. erniedrigt) wird.

18. PMP Funksystem nach den Ansprüchen 1—17, bei dem die tatsächliche und die zeitweise zusätzlich genutzte Übertragungskapazität abgerechnet wird.

19. Punkt-zu-Mehrpunkt Funksystem nach den Ansprüchen 1—18 bei dem gleichzeitig mehrere FDM-Kanäle für dieselbe Verbindung betrieben werden und einzelne Kanäle der Verbindung dynamisch gewechselt werden, um die Dienstgüte bei unveränderter oder dynamisch erhöhter bzw. abgesenkter Übertragungskapazität beizubehalten.

20. PMP-System nach den Ansprüchen 1—19 ohne dynamische Kanalvergabe.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

This Page Blank (uspto)

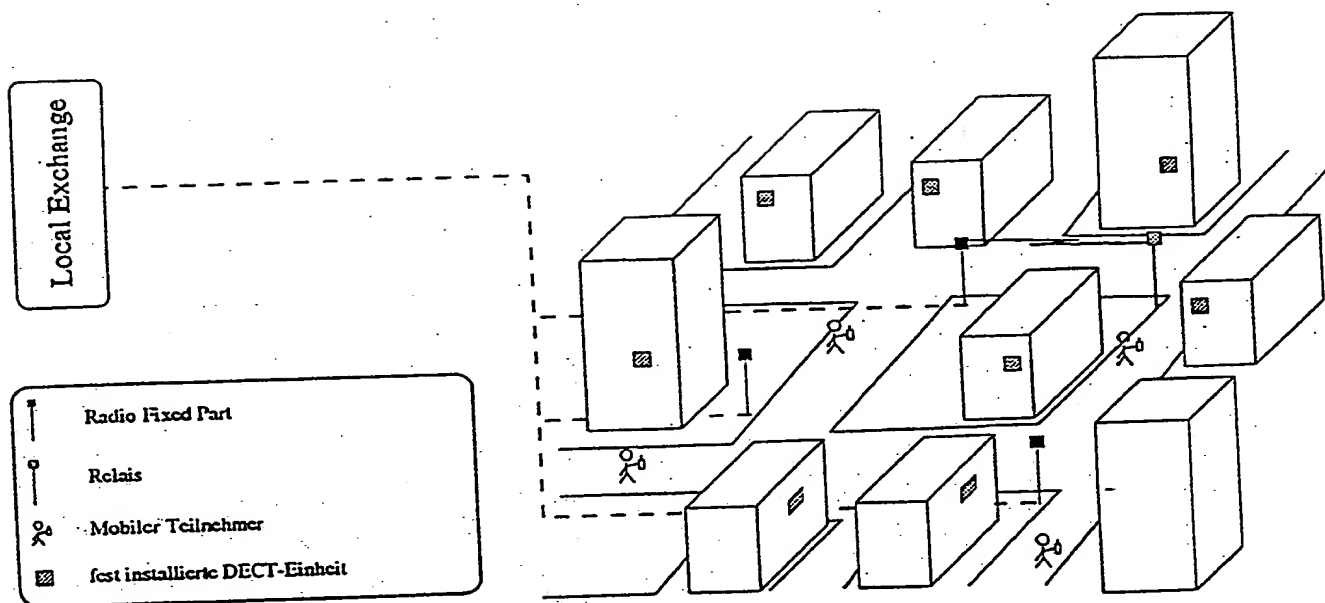


Bild 3: PMP-System im Mobilfunkfrequenzband (1.9 GHz) mit Funkversorgung durch Feststationen unterhalb der Dächer

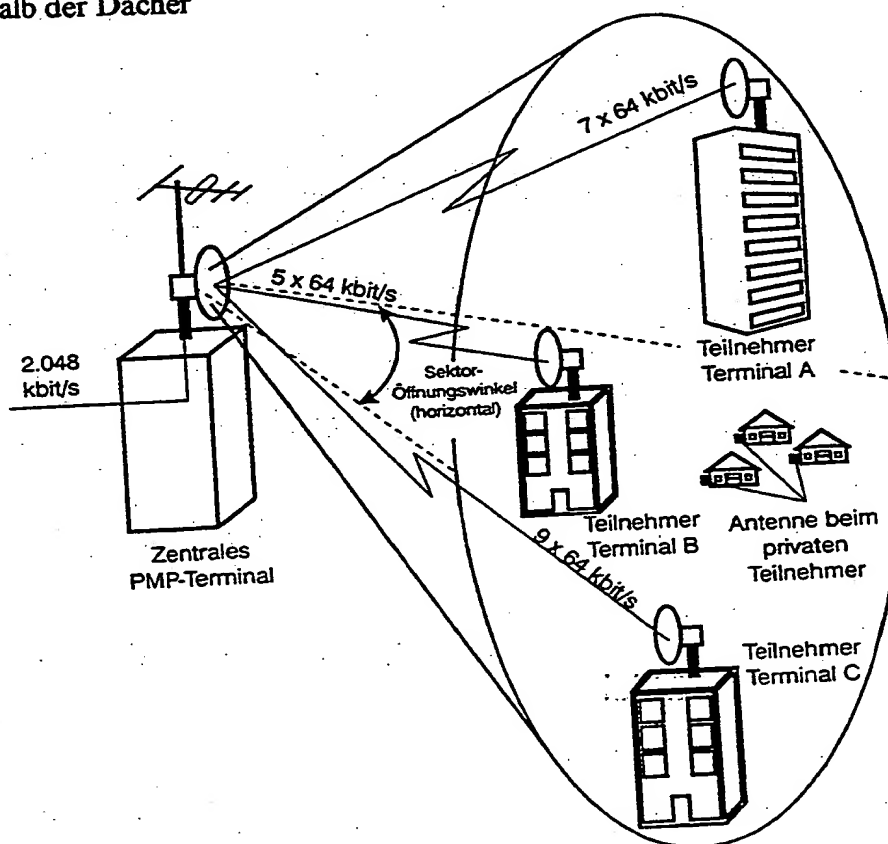


Bild 5: PMP-Funksystem, das gleichzeitig bestimmte Terminals über Sichtverbindungen und andere Terminals über Mobilfunkfrequenzen versorgt

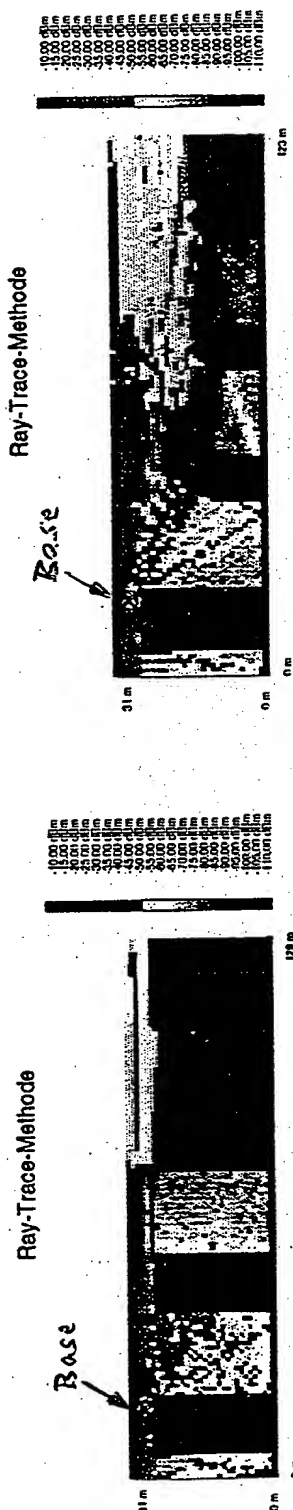
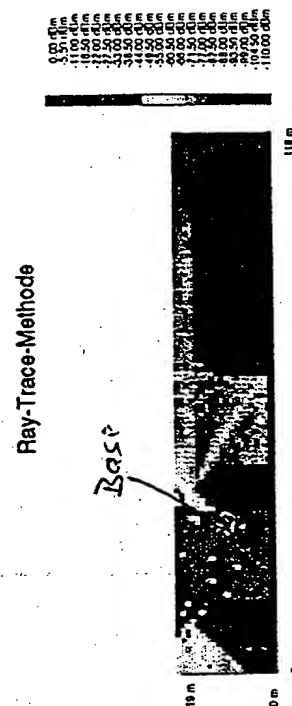
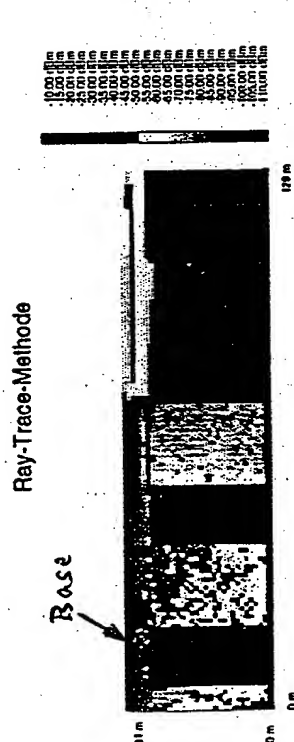
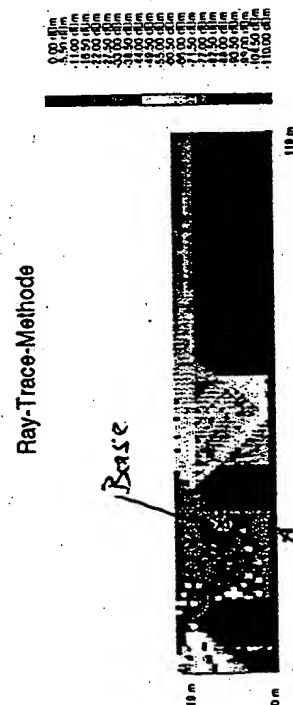
Flachdachszenario mit
RundstrahlantenneGiebedachszenario mit
120°-RichtantenneGiebedachszenario mit
RundstrahlantenneFlachdachszenario mit
120°-Richtantenne

Bild 4: Funkausleuchtung bei 2 GHz für PMP-Systeme mit Antennenanordnungen der Feststationen für Versorgung über bzw. unterhalb der Dächer. Durch Beugung werden auch Gebiete hinter Gebäuden ausgeleuchtet (Ort der Feststation: Kreuz in einem Quadrat).

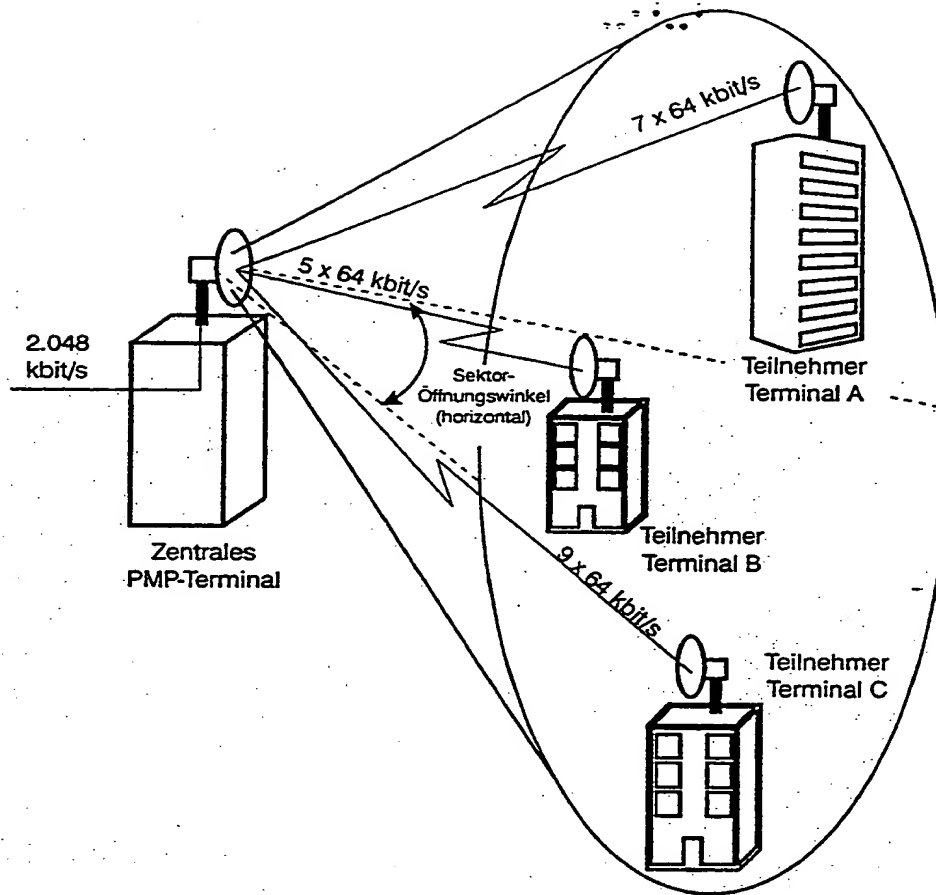


Bild 1: PMP-Funksystem mit fester Zuordnung einer anteiligen Übertragungsrate des zentralen Terminals an einzelne Teilnehmerterminals.

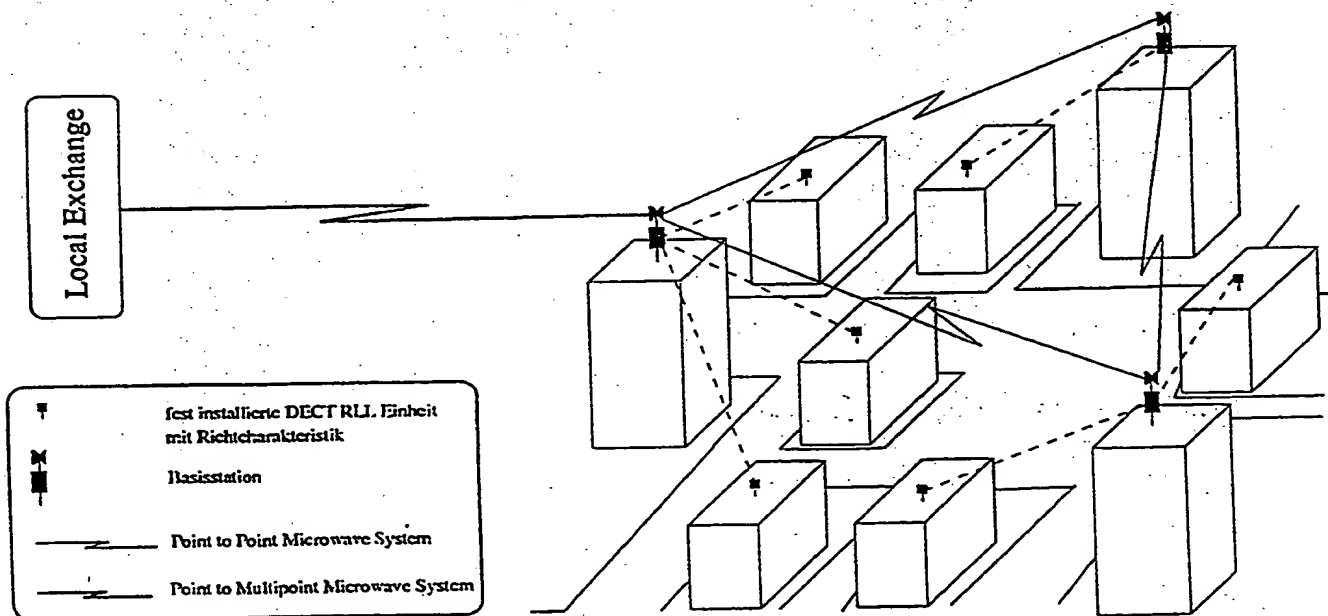


Bild 2: PMP-System im Mobilfunkfrequenzband (1.9 GHz) mit Funkversorgung durch Feststationen über die Dächer

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 196 05 873 A 1

51 Int. Cl. 6:
H 04 L 12/26
H 04 Q 7/34
H 04 B 7/15

21 Aktenzeichen: 196 05 873.2
22 Anmeldetag: 17. 2. 96
43 Offenlegungstag: 21. 8. 97

DE 196 05 873 A 1

71 Anmelder:
Walke, Bernhard, Dr.-Ing., 52146 Würselen, DE

72 Erfinder:
gleich Anmelder

56 Entgegenhaltungen:
DE 40 30 828 C2
WO 95 16 331

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Richtfunksystem bzw. Punkt-zu-Mehrpunkt Funksystem mit dezentral gesteuerter dynamischer Kanalwahl und dynamischer Kapazitätszuweisung

57 Bestehende Richtfunk- und PMP-Systeme verfügen über keine automatische Kanalwahl, die sich an der Interferenzsituation orientiert, sondern können nur einen extern vorgegebenen Kanal einstellen. Diese Systeme können den eingestellten Kanal bei Störungen nicht dynamisch ändern und die dafür erforderlichen vorbereitenden Messungen nicht eigenständig durchführen. Die Veränderung der Kanalübertragungsrate im laufenden Betrieb ist ebenfalls nicht möglich.

Lösung
Es wird die meßtechnische Kanalüberwachung des eigenen und alternativer Betriebskanäle durch die Funkterminals unter Kontrolle des Netzmanagements eingeführt und automatisch vor Einrichtung der Funkstrecke ein günstiger Kanal durch Messung ermittelt, sowie der aktuell benutzte FDM/TDM-Kanal im laufenden Betrieb ggf. durch nicht spürbares Umschalten gewechselt, wenn der gegenwärtige Kanal durch Interferenz oder andere Gründe beeinträchtigt wird. Dabei werden andere Funksysteme im gleichen Frequenzband berücksichtigt und die bestmögliche Koexistenz durch gezielte Interferenzvermeidung anderer Systeme erreicht.

Nutzen
Die Erfindung ist bei zunehmender Zahl und Dichte von Richt- und PMP-Funksystemen unverzichtbar, um die bisherige manuelle Kanaleinstellung und die zentralisierte Funkplanung durch dezentral in den Funkterminals wirkende effiziente Verfahren zu ersetzen. Dabei wird ein Beitrag zur frequenzökonomischen Nutzung des Richtfunktpektrums geleistet.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 06. 97 702 024/966

DE 196 05 873 A 1

Beschreibung

1. Beschreibung und Stand der Technik

Richtfunksysteme zur Verbindung von Terminals über ein Funkmedium zur Übertragung von digital codierten Nachrichten sind bekannt und in großer Zahl im Einsatz. Sie haben allgemein eine Struktur gemäß Bild 1. Derartige Systeme werden für Telekommunikationsanwendungen z. B. in den Frequenzbändern bei 7, 13, 23, 26, 29, 38 GHz betrieben. Ein Richtfunk-Frequenzband hat eine bestimmte Bandbreite, die üblicherweise in sogenannte Frequenzkanäle (kurz: FDM-Kanäle, frequency division multiplex, FDM) unterteilt ist. Beispielsweise ist nach BAPT 211 ZV 12/38 GHz das Frequenzband von 37 bis 39 GHz (38 GHz Band) in Kanäle der Bandbreite 7, 14, 28, 56 bzw. 140 MHz unterteilt, die für einzelne Richtfunkstrecken ortsabhängig ausgewählt werden und in der Regel für die Dauer des Betriebs der Funkstrecke beibehalten werden [1]. Richtfunkstrecken benötigen zur Übertragung zwischen zwei Terminals meist nur einen Teil eines Frequenzbandes, z. B. einen 7 MHz breiten FDM-Kanal zur Realisierung einer vollduplex Übertragungsstrecke mit einer Kapazität von 2048 kbit/s (z. B. mit Schnittstelle nach ITU-T G.703 für die Realisierung einer Primärmultiplexstrecke [PCM30 System]). Die beispielhaft genannte Primärmultiplexstrecke kann zur Übertragung von Information zwischen zwei Funkterminals mit der genannten Übertragungsrate, oder zur Realisierung vieler quasi simultan verfügbarer Zeitmultiplexkanäle (time division multiplex, TDM) (kurz: TDM-Kanäle), z. B. je mit 64 kbit/s benutzt werden.

Die Zuweisung eines Funkfrequenzbandes für Richtfunk und eines oder mehrerer FDM-Kanäle des Bandes an einen Betreiber der Richtfunkstrecke erfolgt nach übergeordneten Gesichtspunkten, meist durch eine nationale Behörde (in Deutschland z. Zt. BAPT). Übergeordnete Gesichtspunkte sind u. a. zu überbrückende Entfernung für die Nachrichtenübertragung, angestrebte Dienstgüte (Zuverlässigkeit und Bitfehlerhäufigkeit) und bestehende Nutzungen des Frequenzbandes in der Umgebung des beabsichtigten Standortes der geplanten Strecke. Dabei wird angestrebt, durch Vorausberechnung der Funkausbreitung planend zu vermeiden, daß bereits bestehende Funkstrecken durch Interferenzsignalenergie desselben bzw. von Nachbarkanälen der geplanten Strecke gestört und damit in ihrer Dienstgüte beeinträchtigt werden. Die Planung wird z. B. vom Bundesamt für Post und Telekommunikation (BAPT) durchgeführt, wobei eine frequenzökonomische Ressourcenzuweisung durch Berücksichtigung der Länge und erforderlichen Kapazität der Funkstrecke angestrebt wird.

1.1 Gemeinsamkeiten von Richtfunk und Punkt-zu-Mehrpunkt Funksystemen

Während ein Richtfunksystem für die vollduplex Verbindung von zwei ortsfesten Funkterminals über einen oder mehrere FDM-Kanäle eines gegebenen Frequenzbandes genutzt wird, wird beim Punkt-zu-Mehrpunkt (point-to-multipoint, PMP) Funksystem ein ortsfestes zentrales Funkterminal mit mehreren ortsfesten Teilnehmerterminals über Funk so verbunden, daß jedes Teilnehmerterminal nur einen Teil der vom zentralen Terminal für das gesamte System zur Verfügung gestell-

ten Übertragungskapazität ständig exklusiv zugewiesen erhält, um eine Verbindung mit bekannter Übertragungskapazität zwischen zentralem und Teilnehmerterminal (in beide Richtungen) betreiben zu können. Die Übertragungskapazitäten für die kommende und gehende Richtung (aus Sicht des Teilnehmerterminals) müssen nicht gleich groß sein. Jedoch kann die Summe der vom zentralen Terminal zu den einzelnen Teilnehmerterminals gehenden Kanalkapazität die Übertragungskapazität des gewählten bzw. zugewiesenen Frequenzkanals nicht überschreiten. Dasselbe gilt für die Übertragungskapazität der kommenden Richtung. Üblicherweise ist die Funkversorgung des zentralen Terminals auf einen Sektor (z. B. 60° horizontaler Öffnungswinkel) beschränkt, so daß für eine kreisförmige Versorgung um den zentralen Punkt dort mehrere zentrale Terminals betrieben werden müssen.

Beispielsweise werden die von einem zentralen Terminal insgesamt verfügbare vollduplex Übertragungsrate von 2048 kbit/s (netto) eines FDM-Kanals eines Frequenzbandes in symmetrische vollduplex TDM-Kanäle zu je 64 kbit/s (netto) aufgeteilt und einzelnen Teilnehmerterminals jeweils eine bestimmte Anzahl von TDM-Kanälen fest zugeordnet, wobei z. B. Teilnehmerterminal A 7-64 kbit/s zur Verfügung erhält, Terminal B 5-64 kbit/s und Terminal C 9-64 kbit/s, vgl. Bild 2. Die restlichen Kanäle des zentralen Terminals sind im Beispiel ungenutzt und stehen als Reserve zum Anschluß weiterer Teilnehmerterminals zur Verfügung. Im Beispiel ist unterstellt, daß die Terminals A, B und C je einen 64 kbit/s Kanal für die Signalisierung und die übrigen Kanäle für die Übertragung von Nutzinformation benutzen. Statt dessen könnten auch, wie beim ISDN Basisanschluß üblich, je ein 16 kbit/s D-Kanal für zwei 64 kbit/s B-Kanäle vorgesehen werden, oder beliebige andere Übertragungsraten der TDM-Kanäle.

Auf der Funkstrecke werden Kanalcodierverfahren (z. B. Reed-Solomon Code) angewandt, um durch Vorwärtsfehlerkorrektur (forward error correction, FEC) die durch den Funkkanal bedingten Übertragungsfehler empfangsseitig korrigieren zu können. Dabei kann die Bitfehlerhäufigkeit empfangsseitig als Teil des Fehlerkorrekturprozesses leicht bestimmt werden. Angestrebt wird eine Übertragungsstrecke über Funk zu realisieren, die eine Dienstgüte erreicht oder übertrifft, wie bei der Teilnehmeranschlußleitung im Ortsnetz üblich. Die Antennen von zentralem und Teilnehmer-Terminal haben üblicherweise Sichtverbindung.

Die in Bild 2 gezeigte Aufteilung der gesamten am zentralen Terminal verfügbaren Übertragungskapazität kann auch mehrere FDM-Kanäle einbeziehen, so daß Teilnehmerterminals eines PMP-Funksystems u. U. in verschiedenen (z. B. benachbarten) FDM-Kanälen desselben Funkbandes übertragen.

2. Nachteile der Kanalwahl bei Richtfunk- und Punkt-zu-Mehrpunkt Funksystemen

Der Stand der Technik bei Richtfunk- bzw. Punkt-zu-Mehrpunkt Funksystemen ist dadurch charakterisierbar, daß die FDM-Kanalwahl bei Einrichtung der Strecke manuell erfolgt. Einige Systeme erlauben es, den gewünschten Kanal, gesteuert über eine Netzmanagement-Einrichtung des jeweiligen Funksystems, unter menschlicher Kontrolle einzustellen. Als Voraussetzung dafür benötigen die Richtfunkterminals Einrichtungen zur Synthese der Trägerfrequenz des jeweiligen FDM-Kanals. Manche Systeme sind in Teilsysteme unterteilt,

die z. T. innen und z. T. außen angebracht und betrieben werden. Dann kann die FDM-Kanalwahl manuell bzw. über das Netzmanagement von innen gesteuert werden. Nachteilig ist, daß die FDM/TDM-Kanäle von Hand eingestellt, im Testbetrieb unter Mithilfe des Menschen auf ihre Eignung bzgl. der erzielbaren Dienstgüte untersucht und ggf. gewechselt werden müssen. Nach Einrichtung am betreffenden Standort wird der einmal eingestellte Kanal unverändert beibehalten, unabhängig von evtl. auftretenden Veränderungen der Interferenzsituation durch Gleichkanal- oder Nachbarkanalstörer. Diese Nachteile sollen durch die Erfindung beseitigt werden.

3. Dynamische Kanalwahl für Richtfunk- und PMP-Systeme als Lösungsansatz

Dynamische Kanalwahl ist von modernen zellularen bzw. schnurlosen Mobilfunksystemen bekannt, um Kanäle zur Kommunikation zwischen Mobil- und Basisstation aufgrund von Messungen einer oder beider beteiligten Seiten auszuwählen, die am aktuellen Ort von Mobil- und Basisstation einen ausreichend großen Wert der Empfangsfeldstärke (radio signal strength indicator, RSSI) und einen ausreichend großen relativen Störabstand (carrier-to-interference ratio, C/I) für die angestrebte Dienstgüte der Verbindung haben. Dabei werden die lokale Feldstärke und Interferenzsituation von Basis- und Mobilterminal während der Dauer einer Verbindung dynamisch erfaßt, die sich aufgrund von Mobilität ständig ändert und durch dynamischen Wechsel (handover) auf den günstigsten Kanal optimiert. Die Kanäle werden auch während Kommunikationspausen, bei denen die Terminals keinen Kanal und keine Verbindung betreiben, ständig vermessen und das Ergebnis vorsorglich in Tabellen von Basis- und Mobilterminal verwaltet, um geeignete Kanäle für einen zukünftigen Verbindungsaufbau zu kennen. Das Verfahren ist im DECT-System (Digital European Cordless Telecommunications) [2] als dynamische Kanalwahl (dynamic channel selection) eingeführt. Im DECT-System werden dabei sowohl FDM-Kanäle, als auch in einem FDM-Kanal realisierte TDM-Kanäle überwacht und dynamisch für eine Verbindung zwischen Mobil- und Basisstation ausgewählt, betrieben und bei Bedarf während einer bestehenden Verbindung gewechselt. Das DECT-System schließt als Schnurlossystem mobile Teilnehmer und als drahtloses Teilnehmerzugangnetz (wireless local loop, WLL) ortsfeste Teilnehmer an eine mit dem Drahtnetz verbundene Basisstation an. Beim DECT-WLL-System

- werden FDM/TDM-Kanäle nur für die Dauer einer Verbindung zwischen ortsfestem Terminal und Basisstation ausgewählt und belegt,
- wechseln ortsfeste Teilnehmerterminals dynamisch ihren Kanal, wenn während einer bestehenden Verbindung aufgrund von Störungen die Dienstgüte des Kanals unzumutbar absinkt,
- sind dynamische Kanalwechsel häufig, weil private (und evtl. öffentliche) mobile Nutzer von Schnurlossystemen im gleichen Frequenzband zugelassen sind und als Störer auftreten,
- kommt eine Verbindung nur zustande, wenn das verfügbare Kanalbündel noch freie Kapazität hat, andernfalls wird der entsprechende Ruf blockiert und kommt nicht zustande,
- sind Verbindungen zwischen Teilnehmer Termi-

- nal und Basisstation auch möglich, wenn keine Sichtverbindung besteht,
- sind FDM/TDM-Kanäle mit einer Datenrate von 32 kbit/s (ungeschützt) verfügbar,
- können mehrere 32 kbit/s Kanäle gleichzeitig parallel für eine Verbindung betrieben werden, falls die geforderte Kapazität momentan zur Verfügung steht,
- ist Vorwärtsfehlerkorrektur (FEC) nicht vorgesehen,
- werden Kanäle bei bestehender Verbindung dynamisch gewechselt (handover), wenn Störungen auftreten,

Das DECT-System ist aufgrund seiner gesamten Kapazität und der Tatsache, daß im örtlichen Bereich eines WLL-Systems gleichzeitig auch Schnurlossysteme im gleichen Frequenzband betrieben werden können, nicht zum Anschluß mehrerer Teilnehmer-Terminals mit hohen Übertragungsraten, z. B. je 5-64 kbit/s geeignet. Die pro FDM-Kanal verfügbare Übertragungsrate ist mit ca. 1 Mbit/s (brutto) nur für "kleine" WLL-Anwendungen geeignet.

Im erfindungsgemäßen System bestehen die Verbindungen zwischen den ortsfesten Funkterminals des Richtfunk- bzw. PMP-Funksystems ständig (Funkfestverbindungen) und mobilitätsbedingte Einflüsse können als vernachlässigbar angesehen werden. Die gesamte Übertragungskapazität je FDM-Kanal ist ausreichend groß (z. B. 2, 8 oder 34 Mbit/s netto) um die beispielhaft in Bild 2 gezeigten Teilnehmer Terminals über Festverbindungen anzuschließen. Die Funkstrecken werden typisch über Sichtverbindungen geführt, jedoch ist Kommunikation ohne Sichtverbindung nicht ausgeschlossen, z. B. wenn ein oder mehrere genügend starke indirekte Ausbreitungswege nutzbar sind.

Es wird nachfolgend begründet, daß Verfahren zur dynamischen Kanalwahl, ähnlich wie beim DECT-System, auch für Richtfunk und PMP-Systeme von erheblichem Vorteil sind.

3.1 Begründung für die Zweckmäßigkeit der Erfindung

Als Folge der Deregulierung des Telekommunikationssektors in Europa und aufgrund des Entwicklungsstandes, der daraus resultierenden Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit und der Kosten werden Richt- und PMP-Funksysteme in stark wachsender Zahl eingesetzt. Dabei stößt die zentrale Koordination der örtlichen Frequenznutzung durch ortsfeste Funkstrecken mit Hilfe von Funkplanungswerkzeugen zunehmend mancherorts an Grenzen, die nur durch aufwendige Meßfahrten genau bestimmbar sind. Wegen der zugehörigen Kosten wird auf Meßfahrten verzichtet und "auf Sicherheit" geplant, wobei die Frequenzbänder nur in sicheren Abständen zur Wiederverwendung zugewiesen werden können. Die Frequenzökonomie leidet dabei erheblich. Schon heute besteht bei den Genehmigungsbehörden für privat genutzte Funkbänder die Praxis, einem Betreiber nur das Frequenzband für den Betrieb der Strecke zuzuweisen und ihm die Auswahl eines am jeweiligen Ort geeigneten FDM-Kanals zu überlassen. Ein Beispiel dafür ist der Betrieb von 38 GHz Richtfunk auf privaten Grundstücken [3]; in der Praxis wird lediglich eine Anzeige des benutzten FDM-Kanals gefordert. Es wird erwartet, daß diese Praxis in Kombination mit der erfindungsgemäßen dynamischen Kanalwahl sich für private Richtfunkssysteme einführen wird und auch auf ortsfeste

Funksysteme für den öffentlichen Betrieb übertragen werden wird.

Offenbar ist es vorteilhaft, Richtfunk- und PMP-Funksysteme mit Hard- und Software-Einrichtungen zur dynamischen Kanalwahl mit nicht spürbarem (seamless) Kanalwechsel-auszurüsten und es den kommunizierenden Funkterminals des geplanten bzw. in Betrieb befindlichen Richtfunk- bzw. PMP-Funksystems zu überlassen, welchen FDM/TDM-Kanal im vorgegebenen Frequenzband sie zu jedem Zeitpunkt aufgrund von Messungen vor Ort für am besten geeignet halten und deshalb für den Wirkbetrieb der Funkstrecke auswählen.

3.2 Lösung gemäß vorliegender Erfindung

Das erfindungsgemäße System ist dadurch charakterisiert, daß die Kanalwahl von FDM- und/oder TDM-Kanälen dynamisch erfolgt, indem die beteiligten Funkterminals mit den Zielen Optimierung der Empfangsleistung bei Minimierung der Interferenzleistung im System und/oder Optimierung der Dienstgüte der betriebenen Funkstrecke (gemessen über die Bitfehlerhäufigkeit) über folgende Verfahren (Algorithmen) bzw. die zugehörigen (Meß- und Steuerungs-) Einrichtungen verfügen:

— Vor Einrichtung der Funkstrecke führen zentrales und Teilnehmer-Terminal eine Bewertung aller bzw. einiger infrage kommender Kanäle durch. Dabei werden kontinuierliche und/oder periodische Messungen der Empfangssignalleistung und/oder des relativen Störabstandes C/I und/oder der Bitfehlerhäufigkeit auf allen prinzipiell zugelassenen FDM-Kanälen und ggf. TDM-Kanälen des betreffenden Frequenzbandes (evtl. auch anderer Bänder) vorgenommen, um zu ermitteln, welche FDM/TDM-Kanäle "günstig" sind (d. h. die beste Dienstgüte ermöglichen). Die Ergebnisse werden gespeichert. Anschließend an die Bewertung oder überlappend dazu werden, gesteuert durch einen Kanalwahl-Algorithmus, ein oder mehrere als günstig bewertete Kanäle, evtl. unter Berücksichtigung von Vorgaben für zulässige Kanalnummern, für den Betrieb des Richtfunk- bzw. PMP-Funksystems ausgewählt.

— Beim Betrieb der Funkstrecke führen zentrales und Teilnehmer-Terminal eine Bewertung aller bzw. einiger infrage kommender Kanäle durch. Dabei werden kontinuierliche und/oder periodische Messungen der Empfangssignalleistung und/oder des relativen Störabstandes C/I und/oder der Bitfehlerhäufigkeit auf allen prinzipiell zugelassenen, z.Zt. nicht für den Betrieb genutzten FDM/TDM-Kanäle des betreffenden Funkbandes (evtl. auch anderer Funkbänder) vorgenommen, um zu ermitteln, welche Kanäle "günstige" Alternativen sind (d. h. die beste Dienstgüte ermöglichen). Die Ergebnisse werden gespeichert. Gesteuert durch einen Kanalwahl-Algorithmus werden ein oder mehrere günstig bewertete Kanäle, evtl. unter Berücksichtigung von Vorgaben für zulässige Kanalnummern, für den zukünftigen Betrieb der Richtfunkstrecke ausgewählt. Aufgrund von Messungen im laufenden Betrieb werden als ungünstig erkannte betriebene Kanäle, durch einen nicht spürbaren (seamless) Kanalwechsel (handover) im laufenden Betrieb gewechselt.

Die Kanalwahl bzw. der Wechsel eines Kanals erfolgt nach Absprache zwischen den beteiligten Terminals mit Hilfe geeigneter Protokolle (Algorithmen), wobei die jeweilige Empfangssituation bzgl. aller bzw. einiger infrage kommender Kanäle ermittelt und ausgetauscht wird und ein günstiger (vollduplex) FDM/TDM-Kanal im Einvernehmen der beteiligten Terminals ausgewählt und in Betrieb genommen wird. Die Initiative für einen Kanalwechsel kann von jedem zentralen oder Teilnehmerterminal ausgehen. Um diese Aufgaben durchzuführen, verfügen die Funkterminals über Meßeinrichtungen zur Überwachung der zum Zeitpunkt der Messung nicht betriebenen FDM- und TDM-Kanäle, parallel und quasi gleichzeitig zum Betrieb anderer genutzter Kanäle.

Die Messungen und daraus resultierenden Entscheidungen über den günstigsten Kanal erfolgen aufgrund extern durch die Netzmanagementfunktion vorgegebener bzw. alternativ auswählbarer Kriterien und Parameter und orientieren sich z. B. an der gemessenen Empfangsleistung (RSSI) und/oder an der für einen erforderlichen relativen Störabstand C/I beim jeweiligen Empfänger erforderlichen Sendeleistung und/oder der gemessenen Bitfehlerhäufigkeit (bit error ratio, BER) bei gegebenen Betriebsverhältnissen, die in einer Tabelle je FDM/TDM-Kanal in jeder Station festgehalten und als Entscheidungsgrundlage herangezogen wird. Bild 3 zeigt erfindungsgemäße Tabellen, wie sie einzeln oder gleichzeitig bzgl. der Empfangsleistung (RSSI), des Störabstandes und der Bitfehlerhäufigkeit von jedem Terminal bzgl. einiger oder aller Kanäle geführt werden. In diesen Tabellen sind Meßwerte für RSSI (Tabelle 3a), C/I (Tabelle 3b) und BER (Tabelle 3c) in vorgegebenen Stufen vorgegeben und alle Kanäle $c(i)$ ($i = 1, 2, \dots, n$) je einer Stufe zugeordnet. Die Stufeneinteilung ist vom Netzmanagement vorgebar und veränderbar.

Die Sendeleistung P_s ist in Stufen codiert und der aktuell auf jeder Funkstrecke verwendete Wert wird als Netzverwaltungsnachricht von jedem Terminal periodisch übertragen, so daß er allen anderen Terminals bekannt wird, falls sie den FDM/TDM-Kanal empfangen können.

Um die Parameter der als Kandidaten für eine Kanalwahl oder einen Kanalwechsel infrage kommenden FDM- und/oder TDM-Kanäle zu bestimmen, besitzt das erfindungsgemäße System entsprechende Meßeinrichtungen z. B. zur Messung des Wertes RSSI, von C/I und BER. Optional besitzt das System eine Kanalprüfeinrichtung zur Übertragung und meßtechnischen Auswertung von Testdateien (incl. Bitfehlermeßplatz), die über einen in Betracht gezogenen Kanal, parallel zum gerade betriebenen Kanal betrieben werden kann. Das erfindungsgemäße System verfügt über Speicher- und Zeitsynchronisationseinrichtungen, um einen nicht spürbaren Kanalwechsel dynamisch im Betrieb vornehmen zu können, ähnlich wie dies im DECT-System für Mobilterminals vorgesehen ist. Dabei werden kurzzeitig der bestehende und der neu gewählte Kanal parallel betrieben, um abgestimmt zwischen den beteiligten Terminals, zeitgleich und ohne Bitverlust vom alten auf den neuen Kanal wechseln zu können. Je nach Realisierung des Wechsels treten evtl. auch geringe Datenverluste auf.

3.3 Dynamische Kapazitätszuweisung als vorteilhafte Ausprägung im Zusammenhang mit der dynamischen Kanalwahl

Für einzelne PMP-Funksysteme kann sich erfahrungsgemäß die Situation ein, daß nur ein Teil der durch das zentrale Terminal verfügbaren FDM- und/oder TDM-Kanäle fest den vorhandenen Teilnehmer-Terminals zugewiesen ist. Außerdem besteht bei manchen Teilnehmern, die über eine Funkfestverbindung angeschlossen sind, ein wechselnder Bedarf an Übertragungskapazität aufgrund eines veränderlichen Verkehrsaufkommens vom bzw. zum Teilnehmer. Manche Funkfestverbindungen werden für Dienste mit variabler Bitrate, andere für Dienste mit kontinuierlicher Bitrate betrieben, manche Funkfestverbindungen unterstützen beide Dienstarten. Der Bedarf an Übertragungskapazität zwischen zentralem und Teilnehmer-Terminal kann sich zeitweise ändern.

Es wird deshalb erfindungsgemäß vorgesehen, daß

- das zentrale Terminal Informationen über die Auslastung der betriebenen Funkfestverbindungen und frei verfügbare ungenutzte Kanalkapazität verwaltet und den Teilnehmer-Terminals über die Netzverwaltung verfügbar macht, wobei für bestehende Funkstrecken reservierte Kanäle respektiert werden, auch wenn sie zeitweise nicht genutzt sind,
- Teilnehmer-Terminals zeitweise bestimmte Kanäle ihrer Festverbindung vom/zum zentralen Terminal dem zentralen Terminal zur befristeten — oder unbefristeten Vergabe an andere Funkstrecken desselben PMP-Systems anbieten können,
- Teilnehmer-Terminals und das zentrale Terminal über Einrichtungen zur dynamischen Einrichtung und Auslösung von FDM/TDM-Kanälen verfügen, um die Übertragungskapazität einer Funkstrecke (evtl. in Absprache mit dem zentralen Terminal) den aktuellen Bedürfnissen anzupassen, indem sie ihre Einrichtungen zur dynamischen Kanalwahl nutzen,
- ungenutzte Kanäle eine Kennung tragen, um ihren Zustand (verfügbar/belegt) unterscheiden zu können,
- die Übertragungskapazität einer Funkstrecke (Funkfestverbindung) dynamisch den aktuellen Bedürfnissen der kommunizierenden Terminals angepaßt wird,
- die tatsächliche und die zeitweise zusätzlich genutzte Übertragungskapazität abgerechnet wird,
- eine Funkstrecke stets eine gewisse garantierte Mindestübertragungskapazität besitzt, die auch bei Vollast oder Bedarf durch andere Verbindungen des gleichen PMP-Systems nicht unterschritten wird.

3.4 Begründung des Nutzens

Durch die für die Zukunft erwartete große Zahl benachbarter betriebener Richtfunk- bzw. PMP-Funksysteme ist zu erwarten, daß es lokal, z. B. in Ballungsgebieten, zu zeitweisen Störungen (z. B. witterungsbedingten Überreichweiten) bestehender Funkstrecken durch neu eingerichtete Strecken kommen wird. Bestehende (ältere) Systeme werden durch das übliche Verfahren zur Erhöhung ihres Störabstandes reagieren, indem sie ihre Sendeleistung erhöhen, dabei die für bestimmte Witterungsverhältnisse vorgesehene Sendeleistung überschreiten und dabei die Interferenzreichweite über den bei Einrichtung der Strecke festgelegten Planungswert erhöhen. Da solche Leistungsreserven in bestehenden Systemen für extreme Witterungssituationen zur Auf-

rechterhaltung des Betriebs vorhanden sind und automatisch eingesetzt werden, resultiert eine aus Zellsystemen bekannte, interferenzbedingte Kapazitätsreduktion des Frequenzbandes für ortsfeste Funksysteme. Entsprechend dem sogenannten Powerbudget Kriterium im Handoveralgorithmus-Vorschlag für das GSM-System [4] sollte von den Funkterminals jeweils der FDM- und/oder TDM-Kanal gewählt werden, der für die jeweilige Funkstrecke mit kleinster Sendeleistung die geforderte Dienstgüte erreicht. Diese Grundregel für Funksysteme wird ohne Anwendung dieser Erfindung verletzt, mit den entsprechenden nachteiligen Folgen wie geringere Zahl gleichzeitig im gleichen FDM- und/oder TDM-Kanal an verschiedenen Orten möglichen Funkstrecken und/oder schlechterer Dienstgüte der Funkstrecken.

Vorteilhaft ist bei dem erfindungsgemäßen System mit dynamischer Kanalwahl und evtl. dynamischer Kapazitätszuweisung, daß

- die Kanaleinstellung vollautomatisch bei Einrichtung des Richtfunk- bzw. PMP-Funksystems erfolgt,
- Veränderungen der lokalen Interferenzsituation durch ständige Überwachung der betriebenen Strecke schnellstmöglichst erkannt werden,
- aufgrund der vorsorglichen meßtechnischen Bewertung infrage kommender alternativer Kanäle jederzeit mögliche Ersatzkanäle bekannt sind, sofern lokal noch ungenutzte Kapazität in Form wenig gestörter FDM/TDM-Kanäle verfügbar ist,
- für jede Funkstrecke die kleinstmögliche notwendige Sendeleistung benutzt wird, dabei die Interferenzleistung im System minimiert und dadurch ein Beitrag zur Erhöhung der Gesamtkapazität (Frequenzökonomie) im jeweiligen Frequenzband geleistet wird,
- der dynamische Kanalwechsel bei Feststellung eines besser geeigneten Kanals vollautomatisch und nicht spürbar erfolgt, so daß die Dienstgüte der Funkstrecke, auch vorübergehend, nicht oder nur gering beeinträchtigt wird,
- ein gleichzeitiger Betrieb von älteren Systemen, die keine dynamische Kanalwahl unterstützen und von modernen Systemen mit dynamischer Kanalwahl zum Vorteil aller Systeme ermöglicht wird,
- Funkstrecken unterstützt werden, die dynamisch wechselnde Kapazitätsanforderungen haben.

Patentansprüche

1. Richtfunksystem und Punkt-zu-Mehrpunkt Funksystem zur Verbindung von zwei ortsfesten Funkterminals (Richtfunk) bzw. eines zentralen ortsfesten Terminals mit mehreren ortsfesten Terminals (PMP-Richtfunk) unter Verwendung von Modulation einer oder mehrerer Trägerfrequenzen mit digitaler Signalübertragung über einen oder mehrere parallele FDM-Kanäle eines dafür vorgesehenen Funkfrequenzbandes und ggf. unter Einsatz des synchronen Zeitmultiplexverfahrens zur Bildung von TDM-Kanälen innerhalb von FDM-Kanälen mittels periodischer Pulsrahmen zur Übertragung kontinuierlicher Nachrichtenströme (z. B. wie beim ISDN) und/oder diskontinuierlicher Nachrichten (z. B. Datenpakete wie bei X.25 Paketvermittlung, frame relay oder ATM), dadurch gekennzeichnet, daß Funkterminals über Einrichtung

gen zum Messen der Empfangsfeldstärke und/oder des relativen Störabstandes und/oder der Bitfehlerhäufigkeit in jedem verfügbaren, auch in nicht für die Übertragung zum jeweiligen Partnerterminal benutzten FDM- und/oder TDM-Kanal, verfügen und diese Einrichtungen im Betrieb einsetzen, um Dienstgüteparameter (RSSI, C/I, BER) dieser Kanäle zu bestimmen.

2. Richtfunkssystem und Punkt-zu-Mehrpunkt Funkssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalwahl von FDM- und/oder TDM-Kanälen dynamisch erfolgt, indem die beteiligten Funkterminals mit den Zielen Optimierung der Empfangsleistung bei Minimierung der Interferenzleistung im System und/oder Optimierung der Dienstgüte der betriebenen Funkstrecke (charakterisiert über Bitfehlerhäufigkeit, Verbindungsunterbrechungs- und Verbindungsabbruchwahrscheinlichkeit usw.) über Verfahren (Algorithmen) bzw. die zugehörigen (Meß- und Steuerungs-) Einrichtungen verfügen, um vor Einrichtung der Funkstrecke eine Bewertung aller bzw. einiger infrage kommender FDM/TDM-Kanäle durchzuführen, dabei kontinuierliche und/oder periodische Messungen der Empfangssignalleistung und/oder des Störabstandes C/I und/oder der Bitfehlerhäufigkeit auf allen prinzipiell zugelassenen FDM-Kanälen und ggf. TDM-Kanälen des betreffenden Funkbandes (evtl. auch anderer Funkbänder) vornehmen und dabei ermitteln, welche FDM/TDM-Kanäle "günstig" sind (d. h. die beste Dienstgüte ermöglichen), um anschließend an die Bewertung oder überlappend dazu, gesteuert durch einen Kanalwahl-Algorithmus, einen oder mehrere als günstig bewertete Kanäle, evtl. unter Berücksichtigung von Vorgaben für zulässige Kanalnummern, für den Betrieb des Richtfunk- bzw. PMP-Funksystems auszuwählen.

3. Richtfunkssystem und Punkt-zu-Mehrpunkt Funkssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während des Betriebs einer Funkstrecke die beteiligten Terminals eine Bewertung aller bzw. einiger infrage kommender Kanäle durchführen, wobei kontinuierliche und/oder periodische Messungen der Empfangssignalleistung und/oder des Störabstandes C/I und/oder der Bitfehlerhäufigkeit auf allen prinzipiell zugelassenen, eigenen und z. Zt. nicht für den Betrieb genutzten FDM/TDM-Kanäle des betreffenden Funkbandes (evtl. auch anderer Funkbänder) vorgenommen werden, um zu ermitteln, welche Kanäle "günstige" Alternativen sind (d. h. die beste Dienstgüte ermöglichen) und ggf. gesteuert durch einen Kanalwahl-Algorithmus einen oder mehrere günstig bewertete Kanäle, evtl. unter Berücksichtigung von Vorgaben für zulässige Kanalnummern, für den zukünftigen Betrieb der Richtfunkstrecke auszuwählen und aufgrund von Messungen als ungünstig erkannte betriebene Kanäle, durch einen nicht spürbaren (seamless) Kanalwechsel (handover) im laufenden Betrieb gegen günstigere zu wechseln.

4. Richtfunkssystem und Punkt-zu-Mehrpunkt Funkssystem nach den Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß während des Betriebs einer Funkstrecke und ggf. bei Störung bzw. unbefriedigender Dienstgüte des momentan genutzten Kanals, in Absprache mit dem Partnerterminal am anderen Ende der Funkstrecke, dynamisch (während

des Betriebs der Funkstrecke) ohne oder mit nur geringem Datenverlust auf einen anderen Kanal umgeschaltet wird (handover).

5. Richtfunk- bzw. PMP-Funkssystem nach den Ansprüchen 1, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß FDM- und/oder TDM-Kanalwechsel nur durchgeführt werden, wenn aufgrund des wechselseitigen Austausches und Vergleichs von Meßdaten bzgl. beider Übertragungsrichtungen der beteiligten Terminals bzgl. möglicher Zielkanäle die Annahme berechtigt ist, daß der Wechsel auf einen Zielkanal (bzgl. beider Übertragungsrichtungen) nicht zu wesentlichen Störungen anderer Funkstrecken führt.

6. Richtfunk- bzw. PMP-Funkssystem nach den Ansprüchen 1, 3, 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß extern durch eine Netzmanagementfunktion Schwellwerte für Dienstgüteparameter und eingesetzte Algorithmen zur Kanalbewertung und zum Kanalwechsel vorgegeben werden, die dezentral in den Terminals eingesetzt werden, und daß Zustände und Meßwerte in Terminals abgefragt werden können.

7. Richtfunk- bzw. PMP-Funkssystem nach den Ansprüchen 1, 3, 4, 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß die vor bzw. im Betrieb gemessenen und berechneten Parameter in Tabellen je FDM/TDM-Kanal in jeder Station festgehalten und als Entscheidungsgrundlage benutzt werden und Terminals, gestützt auf diese Tabellen, intelligente Algorithmen zur vergleichenden Bewertung der entsprechenden Kanäle einsetzen, um die erfindungsgemäßen Ziele wie Einsatz kleinstmöglicher Sendeleistung bei Einhaltung einer geforderten Dienstgüte der jeweiligen Funkstrecke, Minimierung der Interferenz bzgl. anderer Systeme durch geeignete Auswertung der Meßwerte und Leistungssteuerung bei beobachteter Abnahme bzw. Zunahme der Dienstgüte der Funkstrecke zu erreichen.

8. Richtfunk- bzw. PMP-Funkssystem nach den vorangegangenen Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die von einem Terminal verwendete Sendeleistung P_s in Stufen codiert ist, der aktuell auf jeder Funkstrecke verwendete Wert P_s als Netzverwaltungsnachricht von jedem Terminal periodisch übertragen wird, so daß er allen anderen Terminals bekannt wird, falls sie den FDM/TDM-Kanal empfangen können und Terminals bei der Kanalauswahl den FDM/TDM-Kanal wählen, der mit kleinster Sendeleistung die angestrebte Dienstgüte erreicht.

9. Punkt-zu-Mehrpunkt Funkssystem gemäß den Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Funkstrecke zwischen zentralem Terminal und Teilnehmerterminal ohne Sichtverbindung auskommt, wenn ein oder mehrere genügend starke indirekte Ausbreitungswege nutzbar sind.

10. Richtfunk- bzw. PMP-Funkssystem nach den Ansprüchen 1 bis 9, bei dem beide Übertragungsrichtungen durch Anwendung eines Verfahrens zur Richtungstrennung im Zeitbereich durch Reservierung einer bestimmten Zahl Zeitschlitzes des Pulsrahmens für je eine Übertragungsrichtung (time division duplexing, TDD) über denselben FDM-Kanal übertragen werden.

11. Richtfunk- bzw. PMP-Funkssystem nach den Ansprüchen 1 bis 9, bei dem beide Übertragungsrichtungen durch Anwendung eines Verfahrens zur Richtungstrennung im Frequenzbereich (frequency

division duplexing, FDD) über verschiedene FDM/TDM-Kanäle übertragen werden.

12. Richtfunk- bzw. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 1 bis 11, bei dem die Übertragungskapazitäten für die kommende und gehende Richtung (aus Sicht des Teilnehmerterminals) gleich oder verschieden sind und die Summen aller vom zentralen Terminal gehenden bzw. kommenden Übertragungskapazitäten der Kanäle gleich oder verschieden sind.

13. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 1 bis 12, bei dem die Funkversorgung des zentralen Terminals auf einen horizontalen Sektor (z. B. 30°, 60°, 90°, oder 120° Öffnungswinkel) und einen vertikalen Sektor (z. B. 30° Öffnungswinkel) beschränkt ist, so daß beim zentralen Terminal ein Antennengewinn auftritt und für eine kreisförmige Flächenversorgung um den zentralen Punkt ggf. mehrere zentrale Terminals mit eigenen Antennensystemen je Sektor betrieben werden müssen, wobei die Teilnehmerterminals mit bzw. ohne gerichtete Antennen arbeiten.

14. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 1 bis 13, wobei das zentrale Terminal Informationen über die Auslastung der betriebenen Funkfestverbindungen und frei verfügbare ungenutzte Kanal Kapazität verwaltet und den Teilnehmer-Terminals über die Netzverwaltung verfügbar macht, wobei für bestehende Funkstrecken reservierte Kanäle respektiert werden, auch wenn sie zeitweise nicht genutzt sind.

15. PMP-Funksystem nach Anspruch 14, wobei Teilnehmer-Terminals zeitweise bestimmte Kanäle ihrer Festverbindung vom/zum zentralen Terminal dem zentralen Terminal zur befristeten oder unbefristeten Vergabe an andere Funkstrecken desselben PMP-Systems anbieten können.

16. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 14 oder 15, bei dem Teilnehmer-Terminals und das zentrale Terminal über Einrichtungen zur dynamischen Einrichtung und Auslösung von FDM/TDM-Kanälen verfügen, um die Übertragungskapazität einer Funkstrecke (evtl. in Absprache mit dem zentralen Terminal) den aktuellen Bedürfnissen anzupassen, indem sie ihre Einrichtungen zur dynamischen Kanalwahl nutzen.

17. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 14 bis 16, bei dem ungenutzte Kanäle eine Kennung tragen, um ihren Zustand (verfügbar/belegt) unterscheiden zu können.

18. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 14—17, bei dem die Übertragungskapazität einer Funkstrecke (Funkfestverbindung) dynamisch den aktuellen Bedürfnissen der kommunizierenden Terminals angepaßt (erhöht bzw. erniedrigt) wird.

19. PMP-Funksystem nach den Ansprüchen 1—18, bei dem die tatsächliche und die zeitweise zusätzlich genutzte Übertragungskapazität abgerechnet wird.

20. Richtfunk- und Punkt-zu-Mehrpunkt Funksystem nach den Ansprüchen 1—19 bei dem gleichzeitig mehrere FDM-Kanäle für dieselbe Verbindung betrieben werden und einzelne Kanäle der Verbindung dynamisch gewechselt werden, um die Dienstgüte bei unveränderter oder dynamisch erhöhter bzw. abgesenkter Übertragungskapazität beizubehalten.

- Leerseite -

This Page Blank (uspto)

RSSI	Δ RSSI	FDM/TDM-Kanal	Erläuterung
>max dBm	∞	belegt	nicht verfügbar
	≤ 6 dB	c(n)	erlaubt, falls bester Kanal

	≤ 6 dB	c(2)	erlaubt, falls bester Kanal
	≤ 6 dB	c(1)	erlaubt, sehr guter Kanal
<min dBm	∞	ungestört	immer zulässig

a) Nach Empfangsfeldstärke RSSI in dB-Stufen geordnete Kanäle c(i) {i = 1, 2, 3, ..n}.

C/I	Δ C/I	FDM/TDM-Kanal	Erläuterung
<min dBm	∞	belegt	nicht verfügbar
	≤ 9 dB	c(n)	erlaubt, falls bester Kanal

	≤ 3 dB	c(2)	erlaubt,
	≤ 3 dB	c(1)	erlaubt, sehr guter Kanal
>max dBm	∞	ungestört	immer zulässig

b) Nach Signal-zu-Störleistungsverhältnis C/I in dB-Stufen geordnete Kanäle c(i) {i = 1, 2, ..n}

BER	Δ BER	FDM/TDM-Kanal	Erläuterung
<max Wert	∞	belegt	nicht verfügbar
	$\leq 10^{-a}$	c(n)	erlaubt, falls bester Kanal

	$\leq 10^{-(a+b)}$	c(3)	erlaubt, falls bester Kanal
	$\leq 10^{-(a+2b)}$	c(2)	erlaubt,
	$\leq 10^{-(a+3b)}$	c(1)	erlaubt, sehr guter Kanal
>min Wert	$\leq 10^{-(a+m)}$	ungestört	immer zulässig

c) Nach Bitfehlerwahrscheinlichkeit BER geordnete Kanäle c(i) {i = 1, 2, 3, ..n}. a und b sind systemspezifische Parameter. Evtl. wird für jede Leistungsstufe P, eine solche Tabelle geführt.

Bild 3: Tabelle in zentralen und Teilnehmerterminals zur Verwaltung der Eignung des eigenen und einiger bzw. aller übrigen FDM/TDM-Kanäle nach Gesichtspunkten wie Empfangspegel RSSI, Störabstand C/I oder Bitfehlerwahrscheinlichkeit BER

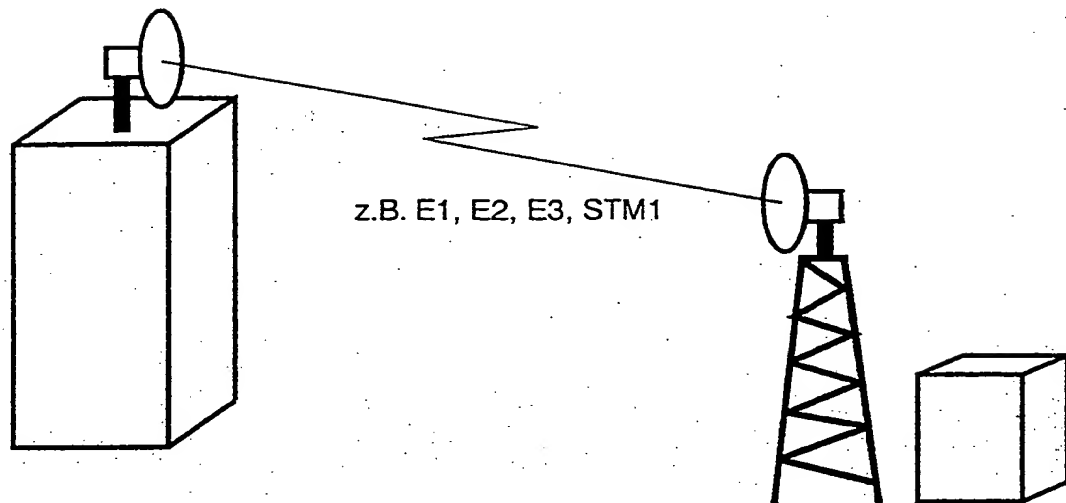


Bild 1: Punkt-zu-Punkt Richtfunksystems mit vollduplex Übertragungsraten, z.B.
E1= 2.048 kbit/s; E2= 4*2.048 kbit/s; E3= 34 Mbit/s; STM1= 155 Mbit/s

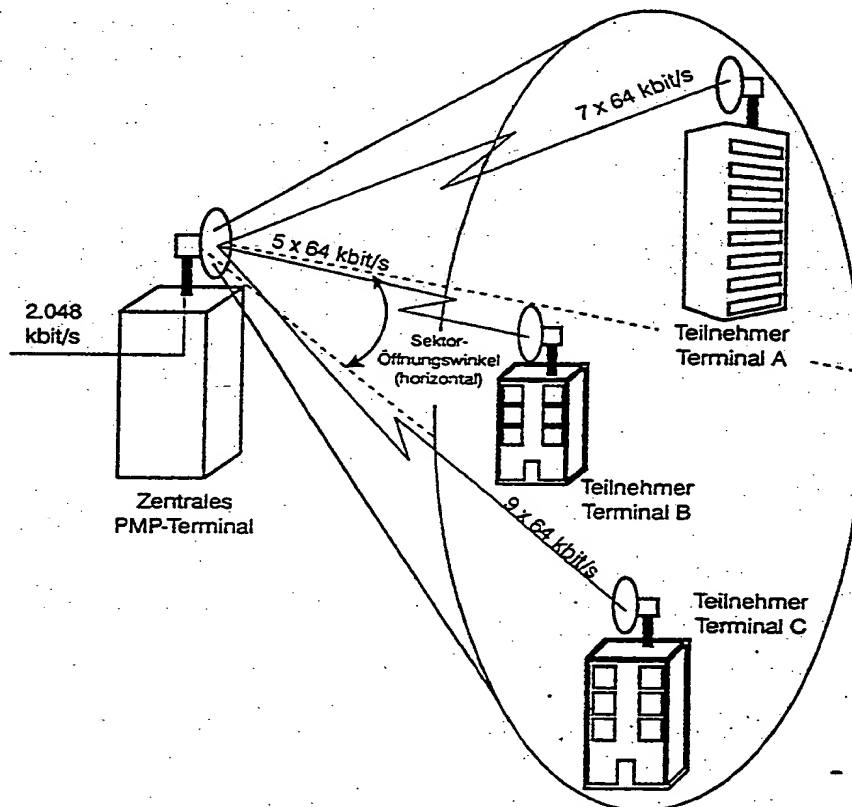


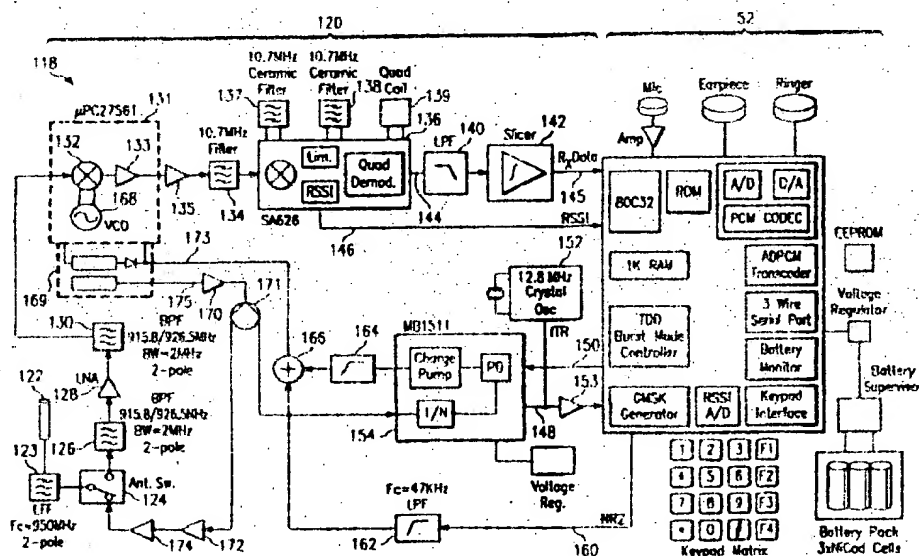
Bild 2: Punkt-zu-Mehrpunkt Richtfunksystem mit fester Zuordnung einer anteiligen Übertragungsrate des zentralen Terminals an einzelne Teilnehmerterminals. Evtl. ist ein Teil der verfügbaren Übertragungskapazität nicht zugewiesen, d.h. ungenutzt.



INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification : H04B 7/26	A1	(11) International Publication Number: WO 97/21287 (43) International Publication Date: 12 June 1997 (12.06.97)
(21) International Application Number: PCT/US96/13534 (22) International Filing Date: 22 August 1996 (22.08.96) (30) Priority Data: 08/567,133 4 December 1995 (04.12.95) US (71) Applicant: ADVANCED MICRO DEVICES, INC. [US/US]; Mail Stop 562, 5204 East Ben White Boulevard, Austin, TX 78741 (US). (72) Inventor: MAGNA, Javier, V.; 12300 Wycliff Lane, Austin, TX 78727-5232 (US). (74) Agent: MILLER, Louise, K.; Advanced Micro Devices, Inc., Mail Stop 562, 5204 East Ben White Boulevard, Austin, TX 78741 (US).		(81) Designated States: JP, KR, European patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Published <i>With international search report.</i>

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR FREQUENCY DIVISION DUPLEX/TIME DIVISION DUPLEX RADIO FREQUENCY COMMUNICATIONS

**(57) Abstract**

A method of radio frequency communications between a first unit and a second unit. The method includes the steps of transmitting during a first time interval over a first frequency by the first unit, receiving during the first time interval over the first frequency by the second unit, transmitting during a second time interval over a second frequency by the second unit, receiving during the second time interval over the second frequency by the first unit. The method also includes the step of setting a select frequency shift between the first frequency and the second frequency. In one application of the method, the first unit is a cordless telephone hand set and the second unit is a cordless telephone base station. The method is particularly effective when the first unit and the second unit operate in TDD mode.

FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AM	Armenia	GB	United Kingdom	MW	Malawi
AT	Austria	GE	Georgia	MX	Mexico
AU	Australia	GN	Guinea	NE	Niger
BB	Barbados	GR	Greece	NL	Netherlands
BE	Belgium	HU	Hungary	NO	Norway
BF	Burkina Faso	IE	Ireland	NZ	New Zealand
BG	Bulgaria	IT	Italy	PL	Poland
BJ	Benin	JP	Japan	PT	Portugal
BR	Brazil	KE	Kenya	RO	Romania
BY	Belarus	KG	Kyrgyzstan	RU	Russian Federation
CA	Canada	KP	Democratic People's Republic of Korea	SD	Sudan
CF	Central African Republic	KR	Republic of Korea	SE	Sweden
CG	Congo	KZ	Kazakhstan	SG	Singapore
CH	Switzerland	LI	Liechtenstein	SI	Slovenia
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SK	Slovakia
CM	Cameroon	LR	Liberia	SN	Senegal
CN	China	LT	Lithuania	SZ	Swaziland
CS	Czechoslovakia	LU	Luxembourg	TD	Chad
CZ	Czech Republic	LV	Latvia	TG	Togo
DE	Germany	MC	Morocco	TJ	Tajikistan
DK	Denmark	MD	Republic of Moldova	TT	Trinidad and Tobago
EE	Estonia	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Spain	ML	Mali	UG	Uganda
FI	Finland	MN	Mongolia	US	United States of America
FR	France	MR	Mauritania	UZ	Uzbekistan
GA	Gabon			VN	Viet Nam

SYSTEM AND METHOD FOR FREQUENCY DIVISION DUPLEX/ TIME DIVISION DUPLEX RADIO FREQUENCY COMMUNICATIONS

Background of the Invention

The invention relates to radio frequency communications and, more particularly, to a frequency division duplex (FDD)/time division duplex (TDD) system and method for radio frequency communications over limited spectrum and for low costs.

Radio components are some of the most expensive parts of radio frequency (RF) communications equipment. This is particularly the case in cordless or wireless telephony. In RF communications and, particularly, in cordless or wireless telephony, costs and operational requirements can be very important to the success of communications equipment designs. In the engineering of these designs, the designer is often presented with design constraints imposed or dictated by costs of components or by operational requirements. Such costs and operational requirements are particularly important considerations when communications equipment is intended for lower-end consumers, such as individuals and households.

In RF communication technology, various standards established by the industry and other sources often dictate aspects of performance and equipment requirements. Standards have been established, for example, for cordless or wireless telephony products and other communications devices. Certain of the most common standards of the cordless telephone industry include the Cordless Telephony Second Generation (CT2) standard, the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT) standard, referred to as the Cordless Telephony First Generation (CT1) standard, the Cordless Telephony First Generation Plus (CT1+) standard, and the Digital European Cordless Telecommunications (DECT) standard, among others.

The CT2 standard, for example, employs a time division duplex (TDD) system and methodology. In TDD, transmit and receive communications occur among two stations, such as, for example, a handset and base set unit of a cordless telephone, in a burst manner at distinct intervals of time. In the past, devices conforming to CT2 have transmitted and received over an identical carrier frequency within the bandwidth dictated by the standard. Communications have been possible in TDD units because different time intervals are employed for transmissions and receptions by each station. During an interval that one station is transmitting, the other is receiving, and vice versa, all over the same bandwidth. Devices built according to the CT2 standard have been considered lower-end devices, that is, the devices are typically low-cost to consumers. This low cost is, in part, attributable to the use in those devices of only a single radio front end. That is possible in CT2 devices because communications occur over the same carrier frequency in the TDD manner. The prior TDD devices, however, at least those devices conforming to the CT2 standard, have implemented the TDD methodology using a single carrier frequency. It has previously been thought that use of limited bandwidth through implementation of TDD methodology over a single carrier frequency provides the greatest advantages. This has not necessarily resulted, however, in lowest cost for the prior TDD devices, as later detailed.

Other cordless telephone standards, such as the CT1 standard, at times have employed a frequency division duplex (FDD) concept. In typical FDD, transmit and receive communications occur over two distinct, separate carrier channels. Thus, two FDD communications stations, such as, for example, a handset unit and a base set unit of a cordless telephone, each transmit and receive over different carrier channels. While a first unit

is transmitting over a particular channel, the second unit is receiving on that same channel. Then, when the second unit transmits, it does so on an entirely different channel, and the first unit receives on that different channel. FDD systems have tended to be more expensive than TDD systems because additional radio front end components have been required in prior FDD systems in order to accomplish the transmissions and receptions over the separate channels.

Beyond TDD and FDD, other communications methodologies are continually being developed. Certain promising methodologies include use of a dual channel synthesizer and spread spectrum approaches. A dual channel synthesizer may be operable in the case of dual channel communications. Prior to employing dual channel synthesizers, communications across different channels required generation of an external local oscillator (L.O). A drawback of that approach was that additional filters are required to attenuate the frequency image (sometimes referred to herein as "spurs"). The use of dual channel synthesizers overcomes that drawback. Such prior use incidentally increases costs, however, because of the expense for components of two synthesizers, rather than just one.

In spread spectrum technology, a sequential noise-like signal structure is employed to spread normally narrow band information signals over a relatively wide band of frequencies. The receiver in such systems correlates the signals to retrieve the original information signal. Spread spectrum technology can provide certain benefits. A disadvantage of spread spectrum technology, however, is increased expense for devices operating according to the technology because significant processing capacity is necessary.

As is apparent, there are numerous ideas and approaches to radio frequency communications and, in particular, to such communications in cordless telephony. On the one hand, TDD methods can be advantageous because of the minimal spectrum necessary for such communications. On the other hand, FDD methods provide advantages of continuous transmission and reception. The limitations of both such methods, though, are apparent, as previously discussed. The newer communications methods also provide certain advantages, but they do so only at greater expense or by use of more spectrum. It would, therefore, be a significant improvement in the art and technology to provide an improved system and method for radio frequency communication which is low cost and requires less spectrum.

The present invention employs a unique and novel system and method for FDD/TDD radio frequency communications over a limited spectrum and for limited costs in order to provide those advantages, as well as others. Though the background of the invention has been described, in part, with respect to cordless telephone applications and, in particular, to applications under the various standards and emerging technologies described above, the invention has other and varied applications which will be hereinafter more fully understood. The invention is, thus, a significant improvement and advance in the technology and art.

Summary of the Invention

An embodiment of the invention is a method of radio frequency communications. The method comprises the steps of transmitting in a first time interval, over a first frequency, and receiving in a second time interval, over a second frequency.

In another aspect, the first time interval and the second time interval differ and the first frequency and the second frequency differ.

In yet another aspect, the method further comprises the step of setting a select frequency shift between the first frequency and the second frequency.

In even another aspect, the method further comprises the steps of receiving in the first time interval over the first frequency and transmitting in the second time interval over the second frequency.

Another embodiment of the invention is a method of radio frequency communications between a first unit and a second unit. The method comprises the steps of transmitting during a first time interval, over a first frequency, by the first unit, receiving during the first time interval, over the first frequency, by the second unit, transmitting during a second time interval, over a second frequency, by the second unit, and receiving during the second time interval, over the second frequency, by the first unit.

In another aspect, the first unit is a cordless telephone hand set and the second unit is a cordless telephone base set.

In yet another aspect, the first unit and the second unit operate in TDD mode.

Yet another embodiment of the invention is a system for radio frequency communications over a first frequency and a second frequency. The system transmits and receives communications in bursts during a first time interval and a second time interval. The system comprises circuitry for transmitting during the first time interval, over the first frequency, circuitry for transmitting during the second time interval, over the second frequency, circuitry for receiving during the first time interval, over the first frequency, and circuitry for receiving during the second time interval, over the second frequency.

In another aspect, the system further comprises circuitry for selecting the first frequency and circuitry for providing a select frequency shift between the first frequency and the second frequency to synchronize more than one communications unit.

Another embodiment of the invention is a system for radio frequency communications between a first unit and a second unit. The communications are conducted over a first frequency and a second frequency. Each of the first unit and the second unit transmit and receive communications in bursts over select time intervals, including a first time interval and a second time interval. The system comprises circuitry for transmitting during the first time interval, over the first frequency, by the first unit, circuitry for receiving during the first time interval, over the first frequency, by the second unit, circuitry for transmitting during the second time interval, over the second frequency, by the second unit, and circuitry for receiving during the second time interval, over the second frequency, by the first unit.

In another aspect, the circuitry for transmitting during the first time interval and the circuitry for receiving during the second time interval are each contained within the first unit and the circuitry for transmitting during the second time interval and the circuitry for receiving during the first time interval are each contained within the second unit.

In yet another aspect, the first unit is a cordless telephone hand set and the second unit is a cordless telephone base set.

In a further aspect, the first unit and the second unit operate in a TDD mode.

Yet another embodiment of the invention is a method of radio frequency communications. The method comprises the steps of transmitting over a carrier channel in a time division duplex manner at a first frequency

within a bandwidth of the carrier channel and receiving over the carrier channel in a time division duplex manner at a second frequency within the bandwidth of the carrier channel.

In another aspect, the method further comprises the step of setting the first frequency according to a select frequency shift from the second frequency.

Another embodiment of the invention is a method of radio frequency communications. The method comprises the steps of first transmitting by a first unit, first receiving by a second unit simultaneously with the step of first transmitting, second transmitting by the second unit non-simultaneously with the step of first transmitting, and second receiving by the first unit simultaneously with the step of second transmitting.

In another aspect, the method further comprises the steps of setting a first frequency for performance of the steps of first transmitting and first receiving and setting a second frequency, by a select frequency shift from the first frequency, for performance of the steps of second receiving and second transmitting.

In yet another aspect, the steps of first transmitting and second receiving are performed by a first communications unit and the steps of first receiving and second transmitting are performed by a second communications unit.

In even another aspect, the steps of setting the first frequency and setting the second frequency cause the first frequency and the second frequency to differ by a select frequency shift.

Brief Description of the Drawings

FIG. 1 is an illustration of transmit and receive signals by a RF communications unit employing a FDD methodology, wherein transmit and receive signals pass over different frequency channels;

FIG. 2 is an illustration of transmit and receive signals of a RF communications unit employing a TDD approach, wherein both transmission and reception occur over the same frequency channel;

FIG. 3 is an illustration of transmissions and receptions by a unit employing the TDD/FDD RF communications approach of the present invention, wherein two carrier channels are employed for frequency division duplexed transmissions and receptions and such transmissions and receptions are burst in a time division manner;

FIG. 4 is an example diagram of a handset unit for performing TDD radio frequency communications according to the CT2 standard; and

FIG. 5 is an embodiment of an example device for performing the FDD/TDD RF communications according to the present invention, which is an adaptation of the example TDD device of FIG. 4 according to the CT2 standard.

Detailed Description

The following detailed description addresses certain embodiments of a novel system and method for FDD/TDD RF communications. The invention is explained by reference to prior TDD and FDD technology. It is also presented through an explanation of various cordless telephony standards and, in particular, through a discussion of adaptation of a prior RF communications device operating according to the CT2 standard. Those skilled in the art will readily recognize that the invention may be employed in varied manners and under varied conditions, as well as in other applications. All other embodiments and applications are intended to be included in the description herein.

Referring first to FIG. 1, transmit (T_x) 12 and receive (R_x) 14 communications of a device operating according to FDD principles are illustrated. FDD signal transmissions 12 are accomplished over a first carrier frequency and signal receptions 14 are accomplished over a second carrier frequency. In the illustration of FIG. 1, the transmission 12 over time is depicted by the top box and the reception 14 over time is depicted by the bottom box. The vertical displacement of the two boxes is employed to indicate that two separate carrier frequencies serve for transmission 12 and reception 14, respectively. The same displacement representation is used in FIG. 3 for the same reason. In the presentation of FIG. 1, as well as FIGS. 2 and 3, time progresses in passing from left to right across the page.

Still referring to FIG. 1, this FDD methodology is like that employed in cordless telephones operating according to the CT1 standard. According to that standard, analog signals are passed between communication devices as transmissions 12 and receptions 14. Operation over separate frequencies for transmit 12 and receive 14 communications has previously required more devices or components, such as, for example, radio components, in order to perform such communications, and so FDD methodology devices can be relatively expensive. Also, because FDD operations occur over the separate frequencies for transmission 12 and receptions 14, more spectrum may be used up in FDD communications, at least in comparison to typical TDD communications.

Referring now to FIG. 2, transmit 4, 6, 7 and receive 5, 8, 9 signal sequences of a TDD communications device are depicted. In TDD communications, the communications are digitized by converting the communications, for example, voice or data, into a binary pattern. The digital binary pattern is then buffered and transmitted at a high rate in bursts at distinct intervals of time. Only a single carrier frequency may be necessary for TDD communications. Time division of transmissions 4, 6, 7 and receptions 5, 8, 9 into distinct time intervals allows both receive 5, 8, 9 and transmit 4, 6, 7 signals to be accomplished over the single frequency.

Continuing to refer to FIG. 2, both the left and right boxes represent digitized communications being transmitted and received throughout periods of time. The box on the left represents a transmission (T_x) 4, 6, 7. The transmission 4, 6, 7 may include certain beginning transmit control bits 4 and certain transmitted information bits 6. The information bits 6 may, for example, be digitized voice or data signals. The transmission 4, 6, 7 may also include end control bits 7. The transmission 4, 6, 7 occurs on a particular carrier frequency and is burst over distinct intervals of time.

Further still referring to FIG. 2, reception (R_x) 5, 8, 9 of communicated information occurs over the same carrier frequency as the transmission 4, 6, 7, but at different intervals of time. This interval of time for reception 5, 8, 9 is different from the interval of the transmission 4, 6, 7. The reception 5, 8, 9 may include beginning control bits 5, received information bits 8 and ending control bits 9. Because distinct intervals of time are set for transmissions 4, 6, 7 and receptions 5, 8, 9, the same carrier frequency can support both transmissions 4, 6, 7 and receptions 5, 8, 9, albeit at those different intervals of time.

Still referring to FIG. 2, the TDD communication sequence illustrated here is the type performed by the prior communications units which conform to the CT2 standard for cordless telephones. To conform to that standard, both transmissions 4, 6, 7 and receptions 5, 8, 9 occur over the same carrier in the typical TDD manner.

The interval during which both transmission 4, 6, 7 and reception 5, 8, 9 occurs is two milliseconds long. In each one millisecond of time, the standard provides that 64 bits can be transmitted 4, 6, 7 or received 5, 8, 9 by a CT2 device. A disadvantage of prior communications devices conforming to the CT2 standard has been cost of the devices.

Now referring to FIG. 3, it may be understood how the present invention employs a new FDD/TDD approach to obtain a low cost implementation of a digital cordless telephone. Transmission 4, 6, 7 and reception 28, 26, 30 according to the FDD/TDD approach of the present invention are illustrated. In the FDD/TDD approach, a RF communications unit, that is, the "radio front end" of a communications device, is designed and configured to employ FDD in a TDD manner. Such an RF communications unit (e.g., 120 in FIG. 5), may be employed with a telephone (e.g., 52 in FIGS. 4 and 5) that operates according to TDD methodology, for example, such as one conforming to the CT2 standard. In effect, the FDD/TDD approach employs a dual duplex design, i.e., a first carrier channel for transmissions and a different, second carrier channel for receptions. Over each carrier channel, communications are passed in bursts of distinct time intervals in a time division manner. In accordance with the principles of the present invention, such an FDD/TDD approach can be implemented using fewer filters and other components than required by the prior TDD devices, such as those conforming to CT2. Furthermore, the FDD/TDD approach may be implemented using a single radio front end, rather than two as typically required in FDD implementations, in each RF communications unit 120 (FIG. 5). Because fewer components are necessary in the embodiments of the invention implementing the FDD/TDD approach, the embodiments provide lower cost RF communication devices relative to costs of prior devices.

Still referring to FIG. 3, in an embodiment of the present invention, transmission (T_x) 4, 6, 7 occurs over a first carrier channel in a distinct time interval. Over a different, second carrier channel, reception (R_x) 28, 26, 30 occurs at a different, distinct time interval. In this manner, communications by transmissions 4, 6, 7 and receptions 28, 26, 30 occur in distinct and different time intervals, over different carrier frequencies for transmissions 4, 6, 7 and receptions 28, 26, 30.

Still referring to FIG. 3, the FDD/TDD methodology is particularly suited in the case of CT2 spec RF communications units, although the methodology is not limited to that application. CT2 defines a burst structure for transmissions of D channel bits 4, 7 which are meant for system control and 64 bits of voice data 6, and also the same burst structure for receptions, i.e., control bits 28, 30 and voice data 26. CT2 also defines a mux 1.2 or 1.4. In the 1.2 mux, CT2 provides for two bits per burst. In the 1.4 mux, CT2 provides for four bits per burst. CT2 further provides for time division duplexed burst communications. In the past, CT2 spec devices have been designed for transmissions and receptions over the same carrier frequency. This was possible because of the time division of the communicated bursts. Presumably, the single carrier frequency was employed in order to conserve spectrum use. Significant cost advantages are realized, however, if, instead, the FDD/TDD methodology of the present invention is employed.

Now referring to FIG. 4, an example CT2 device 48 of the prior technology is shown in order to better understand implementation of the FDD/TDD methodology. The CT2 device 48 shown in FIG. 4 is employable in a cordless telephone hand or base unit. The telephone portion 52 of the device 48 is generally shown to the right side of the figure, and the RF communications portion 50 is generally shown to the left side of the figure.

Components of the telephone portion 52 are not described in detail or particularly identified in the detailed description because the focus here is on the RF communications portion 50.

Still referring to FIG. 4, the RF communications portion 50 includes an antenna 60 for receiving signals communicated to the device 48 and for transmitting signals by the device 48. Incorporated with the antenna 60 is a band-pass filter 62. Connecting with the antenna 60 and filter 62 is an antenna switch 64, which serves to allow switching between transmission and reception of RF signals by the device 48. On the reception side, the RF communications portion 50 includes a low noise RF amplifier 66 for amplifying RF signals received by the device 48. The amplifier 66 passes the amplified signal to an image filter 68, and the signal after filtering is mixed 70 with a buffered signal from a voltage controlled oscillator 98. The mixer 70 converts the amplified 66 and filtered 68 signal to an intermediate frequency 71 signal.

Continuing to refer to FIG. 4, the intermediate frequency 71 signal is passed to a SAW filter 72. The signal is then demodulated by a down converter 74. The down converter 74 receives the signal and amplifies it, filters it, limits it, and generates receive baseband (R_{base}) 84 and receive signal strength indicator (RSSI) 86 outputs. The input of the down converter 74 may be a mixer that is converted to an amplifier by generating a DC imbalance in the Gilbert Cell by altering the biasing of a crystal oscillator 94 through a resistor connected to ground. The output of the mixer may then be filtered 76. The output of the filter 76 may connect to an intermediate frequency amplifier section of the converter 74. The output of the amplifier may be limited for noise reduction and AM rejection. Output of the limiter may be coupled to an input of a multiplier. A phase shifted version of the limiter may be connected to the other input of the multiplier. The phase shift may be provided by a parallel tuned circuit which may be adjusted so that the two inputs to the multiplier are in quadrature. The converted output signal of the multiplier passes on to a low pass filter 80 and a slicer 82, and then is fed to the telephone portion 52 as the received baseband signal 84.

Still referring to FIG. 4, it is apparent that the oscillator 94 signal is bumped up by multiplying 92, and then buffered 90 before passing to the demodulator 74. In effect, the multiplying 92 and buffering 90, followed by mixing of the oscillator 94 signal with the intermediate frequency 71 signal at the converter 74, serves to down convert the received signal to a select recovered baseband signal 84 for input to the telephone portion 52. The baseband signal 84 input to the telephone portion 52 is passed to post detection processing circuitry of the portion 52. The RSSI signal 86 is passed to a baseband processor of the telephone portion 52.

Further referring to FIG. 4, a signal from the local oscillator 94 also passes to a buffer 96 and may be used by the telephone portion 52. The oscillator 94 signal furthermore is input to a synthesizer/voltage controlled oscillator (VCO) 98 as a reference. On the transmit side, a Non-Return to Zero (NRZ) signal 97 is generated by the telephone portion 52. The NRZ signal 97 is passed through a low pass filter 104 and supplied to the synthesizer/VCO 98. The synthesizer/VCO 98 may be a phase-locked loop that takes the oscillator 94 signal and drives a divide-by-P prescaler and divide-by-N counter. The output of the divide-by-N counter may be connected to an input of a phase/frequency detector. The oscillator 94 signal may be connected to a divide-by-R counter. The output of the divide-by-R counter may connect to a reference input of the phase/frequency detector. The detector generates an error signal that is used to drive the synthesizer/VCO 98 onto a programmed frequency. The synthesizer/VCO 98 may connect with a voltage regulator 100.

Still referring to FIG. 4, the signal from the voltage controlled oscillator is the carrier frequency for the transmissions 103. The transmit signal 103 then passes to a buffer 102 and is supplied to the reception side mixer 70 and is also supplied to a transmit side mixer 110. At the mixer 110, a buffered 108 signal from a tripler 106 is mixed with the transmit signal 103. The resulting signal is passed to a filter 112 and amplified 114. The amplified signal passes to the antenna switch 64 which is toggled for transmission, and the signal is transmitted. The mixing 110 encodes the transmit signal 103 onto the carrier frequency so that the signal 103 may be transmitted.

Because the prior device 48 operates in a TDD manner, both transmissions and receptions may, as they do in the particular arrangement shown in Fig. 4, occur in the RF over a single carrier frequency. As previously mentioned, the use of a single communication frequency by TDD units has been perceived as an advantage of TDD. Although perceived as an advantage, use of the single frequency for TDD transmissions and receptions requires mixing 110. Mixing 110, however, increases the numbers of components required because frequency spurs are generated and must be attenuated. To attenuate the frequency spurs, costly filters, for example, such as filter 112 in the device 48, or other components are necessary in the units. The mixing 110 and filtering 112, which have previously been necessary in the prior device 48 and other TDD communication systems, are avoided by the FDD/TDD approach of the present invention. By avoiding the mixing 110, fewer components, such as filters 112, are necessary and costs of the RF communications portion 50 is reduced.

Now referring to FIG. 5, an FDD/TDD RF communications portion 120 that implements the FDD/TDD device 118 approach of the present invention is shown. The FDD/TDD RF communications portion 120 may be operable in conjunction with a telephone portion 52 of the type of the prior TDD technology. The FDD/TDD RF communications portion 120, in comparison with the prior technology (shown in FIG. 4), in effect, operates to set a given frequency shift, coordinated at both units involved in a communication, in order to transmit and receive, respectively, over two distinct carrier frequencies rather than over a single carrier frequency like in the prior TDD technology (FIG. 4). By coordinating the frequency shift between the units, TDD transmissions and receptions are accomplished in a FDD manner at significant cost savings for the unit 118.

Still referring to FIG. 5, the FDD/TDD communications unit 118 may have the following characteristics in a communications system comprised of a handset and a base station. The handset receiver may, for example, cover the range of about 914.8 MHz to about 916.8 MHz, and the base station receiver may, for example, cover the range of about 925.5 MHz to about 927.5 MHz, both in 100 KHz increments. The first local oscillator in that example may operate at about 10.7 MHz above the receive frequency in the base station. In the embodiment, the 10.7 MHz is the frequency shift coordinated at the transmit and receive units, to achieve the two distinct carrier frequencies for transmissions and receptions by the handset and the base station.

Continuing to refer to FIG. 5 and the embodiment therein shown, on the reception side, the portion 120 includes an antenna 122 for receiving communicated signals. The antenna 122 is connected with a low pass filter 123, such as, for example, a 2-pole LC, lowpass filter, and an antenna switch 124, for example, a SPDT, PIN diode switch. The switch 124 operates to distinguish receptions and transmissions of the portion 120 and to switch between them as communication signals are received and transmitted by the device 118. Received signals are thereafter amplified, filtered, detected and converted to received data (R_{data}) 144 for use by the baseband

board of the telephone portion 52. The received signals, first, pass to a first band-pass filter 126, for example, a 2-pole dielectric resonator, bandpass device, then to a low noise RF amplifier 128, such as, for example, a common emitter design. If desired, the amplifier 128 may be powered only during periods in which receptions are being received to conserve power. The output of the amplifier 128 connects with a second band-pass filter 130, for example, identical to filter 130. The filter 130 serves to improve the overall image rejection and to filter the image noise caused by the amplifier 128.

Still referring to FIG. 5, the output of the second band-pass filter 130 connects to a down converter 131. The down converter 131 may include a mixer 132, a voltage controlled oscillator 168, and an intermediate frequency amplifier 133. The mixer 132 converts the amplified 128 and filtered 130 received signal, for example, a signal in the range of about 914.8 MHz to about 916.8 MHz to the handset or in the range of about 925.5 MHz to about 927.5 MHz to the base station, to an intermediate frequency, using the internal voltage controlled oscillator 168 as the first local oscillator. The voltage controlled oscillator 168 may use an external tank circuit 169, for example, comprising a chip varactor diode and a printed inductor. Some of the signal from the voltage controlled oscillator 168 is coupled from the inductor and buffered, then split for use by a synthesizer 154 and other transmit side circuitry. The output from the mixer 132, for example, a 10.7 MHz output, is amplified 135, such as, for example, by a common emitter amplifier. If desired, the amplifier 135 may be powered only during periods in which receptions are being received. A first intermediate frequency filter 134, for example, a ceramic device which may have a bandwidth of approximately 110 KHz, receives the amplifier 135 output and emits a filtered intermediate frequency signal.

Further referring to FIG. 5, the intermediate frequency signal is then input to an intermediate frequency (IF) subsystem 136. The subsystem 136 takes the intermediate frequency signal and amplifies, filters and limits it, and generates receive baseband (R_{base}) 144 and receive signal strength indicator (RSSI) 146 outputs. The first stage of the subsystem 136 may be a mixer. The mixer converts the input intermediate frequency signal to a second intermediate frequency signal. Thereafter, the second intermediate frequency signal may be amplified. The mixer may be converted to provide the amplification by generating a DC imbalance in a Gilbert Cell 139, such as by altering the biasing of a crystal oscillator through a resistor connected to ground. The amplified signal may then be input to a second intermediate frequency filter 137. The output of that filter connects to an intermediate frequency amplifier that drives a final intermediate frequency filter 138 that connects to a limiter. The limiter adds gain and reduces FM noise and rejects AM.

Continuing to refer to FIG. 5, the output of the limiter may be coupled to an input of a multiplier. A phase-shifted version of that output from the limiter is connected to another input of the multiplier. The phase-shift may be provided, for example, by a parallel tuned circuit which may be adjusted so that such output and such phase-shifted version of the output are in quadrature. The output of the multiplier is the recovered receive baseband signal prior to being amplified and restored. The receive signal strength indicator (RSSI) 146 signal from the subsystem 136 may be passed to the baseband processor of the telephone portion 52. The RSSI 146 signal may be produced by the subsystem 136 by monitoring the current drawn in the amplifier and limiter stages.

Still referring to FIG. 5, the subsystem 136 may pass the receive baseband signal to various post detection processing circuitry. Thereafter, the amplified receive baseband signal may be passed to a DC restorer

circuit, for example, to clamp the bottom edge of the signal. The DC restorer circuit may include, for example, a filter 140 and slicer 142. The slicer 142 converts the baseband signal to a digital signal, for example, using a 1 bit quantizer. The digital signal is passed on to the telephone portion 52 as the received data (R_x Data) signal 145.

Still referring to FIG. 5, in sum, the reception side circuitry, in effect, serves to receive the received signal at a select first RF frequency of the carrier channel and render the received signal useable by the telephone portion 52 as a digital received signal 145. The select first RF frequency of the received signal is dictated at the transmitter of the other of the communication units. The select first RF frequency of the received signal of the communications unit (which, of course, is transmitted by the other communications unit) is set at a select frequency shift from the frequency of transmitted signals of the communications unit, as hereinafter described.

Continuing to refer to FIG. 5, on the transmit side of the RF communications portion 120, transmit side circuitry may accept the signal 175 from the voltage controlled oscillator 168. An amplifier 170 may then amplify the signal 175. The amplifier 170 may be powered by the same supply voltage supplied to the synthesizer 154. The amplified signal from the amplifier 170 may then be passed through a pad 171, for example, a 10dB pad. The pad 171 serves to minimize dynamic pulling of the voltage controlled oscillator 168. The output of the pad 171 may then proceed to one or more transmitter power amplifiers 172, 174. If desired, the transmit stage may be powered only during transmit intervals. The stage may, for example, deliver about +2 dBm to the antenna switch 124. In that example, the transmit output level at the antenna 122 may be about +1 dBm.

Still referring to FIG. 5, the transmit side circuitry also includes the synthesizer 154. The synthesizer 154 may, for example, be a single chip phase-locked loop utilizing an oscillator 152, such as, for example, a 12.8 MHz crystal, for reference generation. A digital baseband transmit 150 signal is generated in a TDD manner by the baseband chip, for example, by a burst mode controller, of the telephone portion 52. The split signal 173 from the voltage controlled oscillator 168 may be input to the synthesizer 154 and may drive a divide-by-P prescaler and divide-by-N counter. An output of the divide-by-N counter may be connected to an input of a phase/frequency detector. Such a phase/frequency detector may generate an error signal, which error signal may be used to drive the voltage controlled oscillator 168 onto a programmed frequency. The divide-by-P, divide-by-N, and divide-by-R counters may be under serial control from the baseband board.

Continuing to refer to FIG. 5, the components and sizes indicated on FIG. 5 are examples of a possible configuration of the FDD/TDD RF communications portion 120, for example, such a portion 120 to be used in a CT2 cordless telephone device. In the example, the frequency shift between transmissions 4, 6, 7, on the one hand, and receptions 28, 26, 30, on the other hand, is 21 MHz and the receive signal frequency is at about 904 MHz or about 925 MHz and the transmit signal is at the other of those frequencies. Of course, the particular frequency shift and receive and transmit signal frequencies are only an example of possible configurations employing the FDD/TDD approach of the present invention.

In sum regarding the embodiments, the circuitry of the transmit side, in effect, serves to set the frequency of the transmitted signal at a select frequency of a select shift from the received signal but, nonetheless,

within the limits of the desired frequency range. The effect of setting the receive and transmit frequencies according to a select frequency shift so that receive and transmit frequencies differ is to transmit and receive in a FDD manner. Although transmissions and receptions occur in a FDD manner in the embodiment, only a single radio front-end is necessary in each communications unit. This is so because the select frequency shift dictates the transmit frequency according to the receive frequency. The select frequency shift, rather than another radio front-end, thus, provides for the FDD. Furthermore, employing FDD in this manner in conjunction with TDD allows for a reduction in the numbers of components required. The reduction in components and use of only a single radio front-end provide a particularly low cost unit.

As those skilled in the art will readily appreciate, the FDD/TDD system and method described herein provide significant improvements and advantages over the prior technology. Those skilled in the art will readily recognize the numerous variations and substitutions that may be made in the system and method and their use and configuration to achieve substantially the same results as achieved by the embodiment and, in particular, the preferred embodiments expressly described herein. Each of those variations and substitutions, as well as all other applications, of the system and method are intended to be included in the invention. The foregoing detailed description is, thus, to be clearly understood as being given by way of illustration and example only, the spirit and scope of the present invention being limited solely by the appended claims.

What is Claimed is:

1. A method of radio frequency communications, comprising the steps of:
transmitting in a first time interval, over a first frequency; and
receiving in a second time interval, over a second frequency.
2. The method of claim 1, wherein said first time interval and said second time interval differ and said first frequency and said second frequency differ.
3. The method of claim 1, further comprising the step of:
setting a select frequency shift between said first frequency and said second frequency.
4. The method of claim 3, further comprising the steps of:
receiving in said first time interval over said first frequency; and
transmitting in said second time interval over said second frequency.
5. A method of radio frequency communications between a first unit and a second unit, comprising the steps of:
transmitting during a first time interval, over a first frequency, by said first unit;
receiving during said first time interval, over said first frequency, by said second unit;
transmitting during a second time interval, over a second frequency, by said second unit; and
receiving during said second time interval, over said second frequency, by said first unit.
6. The method of claim 5, wherein said first unit is a cordless telephone hand set and said second unit is a cordless telephone base set.
7. The method of claim 6, wherein said first unit and said second unit operate in TDD mode.
8. A system for radio frequency communications over a first frequency and a second frequency, said system transmitting and receiving communications in bursts during a first time interval and a second time interval, comprising:
circuitry for transmitting during said first time interval, over said first frequency;
circuitry for transmitting during said second time interval, over said second frequency;
circuitry for receiving during said first time interval, over said first frequency; and
circuitry for receiving during said second time interval, over said second frequency.
9. The system of claim 8, further comprising:
circuitry for selecting said first frequency; and
circuitry for providing a select frequency shift between said first frequency and said second frequency to synchronize more than one communications unit.
10. A system for radio frequency communications between a first unit and a second unit, said communications conducted over a first frequency and a second frequency, each of said first unit and said second unit transmitting and receiving communications in bursts over select time intervals, including a first time interval and a second time interval, comprising:
circuitry for transmitting during said first time interval, over said first frequency, by said first unit;

circuitry for receiving during said first time interval, over said first frequency, by said second unit;

circuitry for transmitting during said second time interval, over said second frequency, by said second unit; and

circuitry for receiving during said second time interval, over said second frequency, by said first unit.

11. The system of claim 10, wherein said circuitry for transmitting during said first time interval and said circuitry for receiving during said second time interval are each contained within said first unit and said circuitry for transmitting during said second time interval and said circuitry for receiving during said first time interval are each contained within said second unit.

12. The system of claim 10, wherein said first unit is a cordless telephone hand set and said second unit is a cordless telephone base set.

13. The system of claim 12, wherein said first unit and said second unit operate in TDD mode.

14. A method of radio frequency communications, comprising the steps of:
transmitting over a carrier channel in a time division duplex manner at a first frequency within a bandwidth of said carrier channel; and

receiving over said carrier channel in a time division duplex manner at a second frequency within said bandwidth of said carrier channel.

15. The method of claim 14, further comprising the step of:
setting said first frequency according to a select frequency shift from said second frequency.

16. A method of radio frequency communications, comprising the steps of:
first transmitting by a first unit;
first receiving by a second unit simultaneously with said step of first transmitting;
second transmitting by said second unit non-simultaneously with said step of first transmitting;

and

second receiving by said first unit simultaneously with said step of second transmitting.

17. The method of claim 16, further comprising the steps of:
setting a first frequency for performance of said steps of first transmitting and first receiving;
and

setting a second frequency, by a select frequency shift from said first frequency, for performance of said steps of second receiving and second transmitting.

18. The method of claim 17, wherein said steps of first transmitting and second receiving are performed by a first communications unit and said steps of first receiving and second transmitting are performed by a second communications unit.

19. The method of claim 17, wherein said steps of setting said first frequency and setting said second frequency cause said first frequency and said second frequency to differ by a select frequency shift.

1/3

FIG. 1
(PRIOR ART)

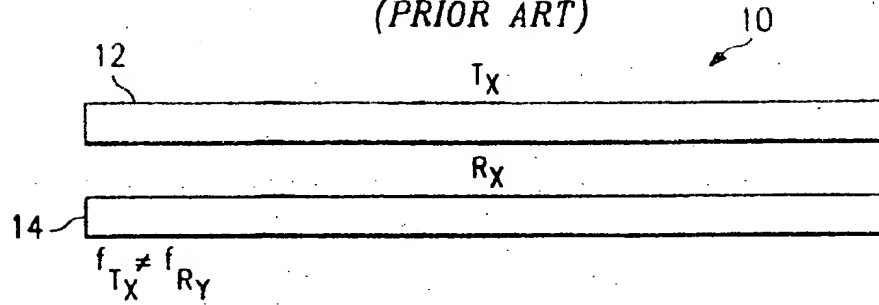


FIG. 2
(PRIOR ART)

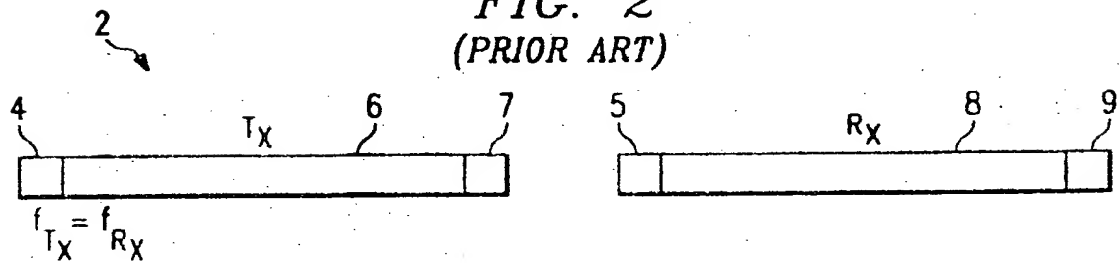


FIG. 3

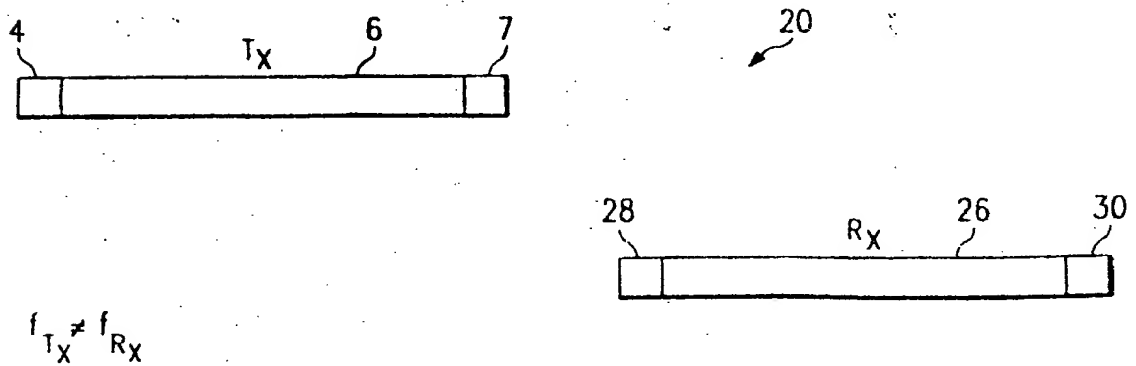


FIG. 4
(PRIOR ART)

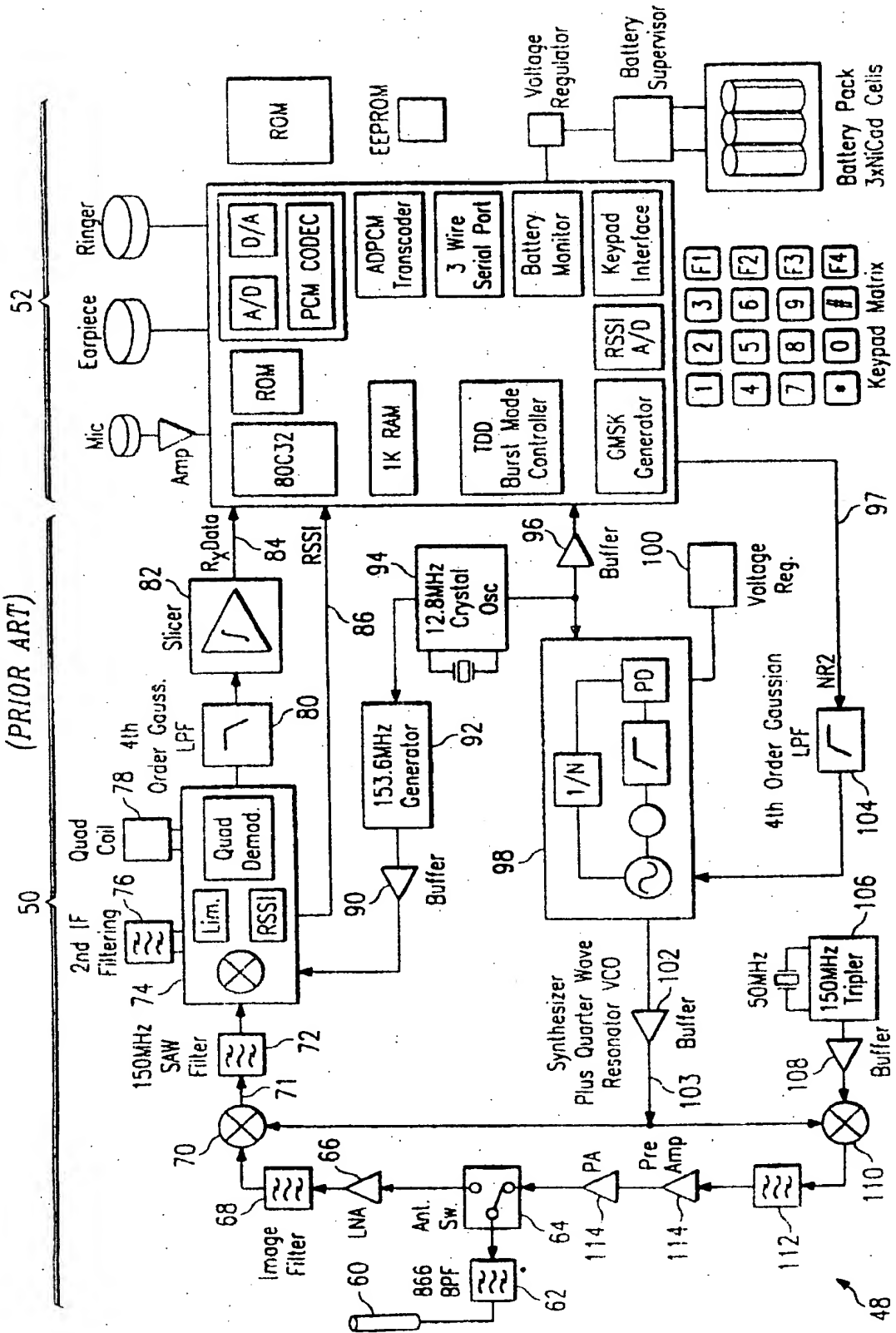
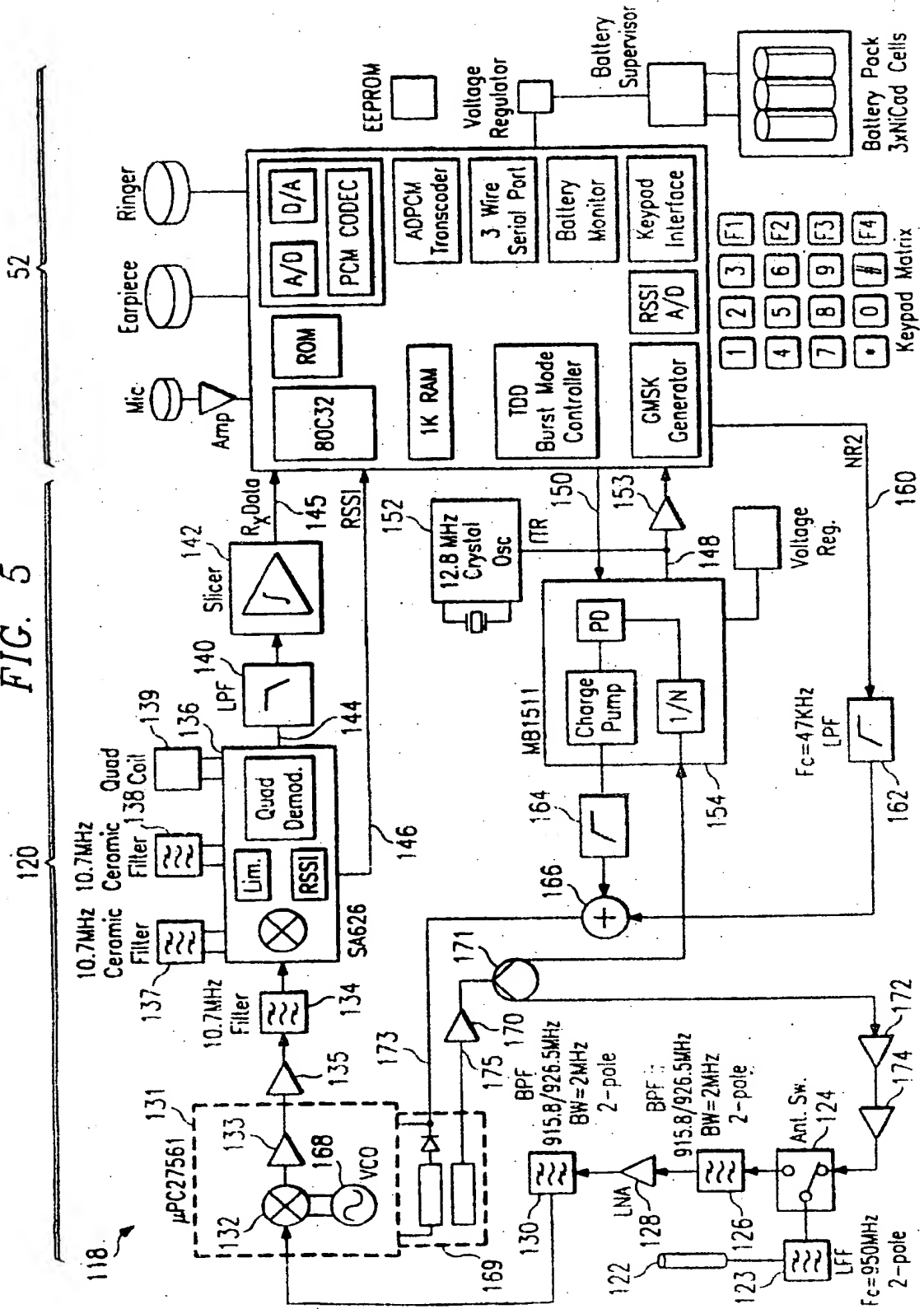


FIG. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US 96/13534

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H04B7/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US,A,5 134 710 (AKERBERG) 28 July 1992 see claims 1-4; figures 1-7	1-19
X	EP,A,0 677 930 (ALCATEL MOBILE COMMUNICATION FRANCE) 18 October 1995 see claims 1-18; figures 1-8	1-19
X	WO,A,93 17507 (ERICSSON) 2 September 1993 see page 9, line 1 - page 11, line 30; figures 1-12	1-19
X	WO,A,95 25406 (TELSTAR CORPORATION LIMITED) 21 September 1995 see page 4, line 26 - page 8, line 10; figures 1-5	1-19
X	EP,A,0 637 144 (ITALTEL) 1 February 1995 see column 4, line 1 - line 53	1-19

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *C* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *A* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 December 1996

Date of mailing of the international search report

17.01.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Bischof, J-L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US 96/13534

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-5134710	28-07-92	SE-B- 466279 AU-B- 620922 AU-A- 4290089 CA-A- 1324411 IT-B- 1236555 JP-A- 2154537 SE-A- 8803696	20-01-92 27-02-92 26-04-90 16-11-93 11-03-93 13-06-90 18-04-90
EP-A-677930	18-10-95	FR-A- 2718907	20-10-95
WO-A-9317507	02-09-93	AU-A- 3652393 BR-A- 9305423 EP-A- 0586652 FI-A- 934750 JP-T- 6507298 NO-A- 933898 NZ-A- 249612	13-09-93 02-08-94 16-03-94 27-10-93 11-08-94 28-10-93 26-11-96
WO-A-9525406	21-09-95	AU-A- 1941995	03-10-95
EP-A-637144	01-02-95	NONE	